

Г.Я. Кривошеев, канд. с.-х. наук;  
А.С. Игнатъев, науч. сотр.,  
*ГНУ Всероссийский НИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко*  
[yniizk30@mail.ru](mailto:yniizk30@mail.ru)

## ОЦЕНКА ОБЩЕЙ И СПЕЦИФИЧЕСКОЙ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ В СИСТЕМЕ ТОПКРОССНЫХ СКРЕЩИВАНИЙ

*Определена ценность нового исходного материала (самоопыленных линий кукурузы) для гетерозисной селекции на основе оценки общей и специфической комбинационной способности по признаку «урожайность зерна».*

*It is determined value of new initial material (self-pollinated lines of maize) for heterotic selection on the basis of evaluation of total and specific combinative capacity according to factor “grain productivity”.*

**Ключевые слова:** кукуруза, самоопыленные линии, тесткроссные гибриды, тестеры, комбинационная способность.

**Keywords:** maize, self-pollinated lines, test cross hybrids, testers, combinative capacity.

Наличие высоких значений ценных признаков у исходного материала не гарантирует проявления их в потомстве. Для выделения наиболее ценных генотипов, отличающихся высокой степенью экспрессии высоких значений признаков в гибридном потомстве? необходимо проводить оценку комбинационной способности.

Наибольший практический интерес при селекции на гетерозис представляет оценка комбинационной способности по признаку «урожайность

зерна». Различают общую и специфическую комбинационную способность. Общая комбинационная способность (ОКС) представляет собой среднюю величину признака, которая наблюдается по всем гибридным комбинациям, полученным с участием линий. Специфическая комбинационная способность (СКС) отражает отклонение признака от средней величины.

Самоопыленные линии кукурузы реагируют на изменение внешних факторов среды, что является причиной изменчивости оценок общей и специфической комбинационной способности [1]. Наиболее ценными являются генотипы, сочетающие высокие значения общей и специфической комбинационной способности и отличающиеся стабильностью высоких оценок в различных условиях внешней среды [2, 3].

**Материалы и методы.** В качестве исходного материала использованы 30 новых и интродуцированных самоопыленных линий кукурузы, которые были изучены по комбинационной способности в системе топкроссных скрещиваний по признаку «урожайность зерна». В 2006 году 14 среднеранних линий скрещены с тестерами Лира М и Настурция М, 16 среднеспелых линий скрещены с тестерами Юца М и Мила М. Получено от скрещивания 60 тесткроссных гибридов кукурузы, которые в 2007–2008 годах оценены по урожайности зерна.

Для оценки комбинационной способности использовали метод полных топкроссов [4]. В качестве стандартов использованы хорошо известные линии из мировой коллекции: в среднеранней группе – линия FC18, в среднеспелой группе – А619.

Годы изучения тесткроссных гибридов кукурузы оказались засушливыми. По степени благоприятности для роста и развития растений кукурузы они различались: менее благоприятными были метеоусловия 2007 года, когда почвенная засуха сочеталась с воздушной и высокими температурами воздуха.

**Результаты.** Дисперсионный анализ комбинационной способности свидетельствует о том, что по ОКС и СКС имеются существенные различия ( $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$ ) как в среднеранней, так и в среднеспелой группе линий. Адди-

тивная вариация превосходила по величине неаддитивную, что указывает на большую степень влияния на урожайность зерна гибридов в целом по опыту генов аддитивного действия. Общую комбинационную способность определяли по величине оценок эффектов ОКС (gi).

В среднеранней группе стандартная самоопыленная линия Fc18 в 2007 году характеризовалась средней (-0,11), а в 2008 году – высокой оценкой эффектов ОКС (0,27) (табл. 1).

В 2007 году высокими оценками эффектов ОКС по признаку «урожайность зерна» обладали новые среднеранние линии ЗС6 (0,32), ЗС82 (0,55), КН225 (0,57), КВ286 (0,54). Они отнесены к первому рангу по ОКС.

Низкие оценки эффектов ОКС отмечены у линий ЗС78 (-0,51), ЗС91 (-0,39), ЗС97 (-0,44), КВ225 (-0,22), что позволяет их отнести к третьему рангу. Средними оценками эффектов ОКС характеризовались остальные линии: ЗС7, ЗС34, ЗС70, ЗС211, КВ287.

1. Результаты оценки общей комбинационной способности (ОКС) среднеранних линий кукурузы по признаку «урожайность зерна»

Линии	Оценки эффектов ОКС (gi)		Ранги по ОКС	
	годы			
	2007	2008	2007	2008
Fc18, стандарт	-0,11	0,27	2	1
ЗС6	0,32	0,75	1	1
ЗС7	0,09	0,40	2	1
ЗС34	-0,08	-0,27	2	3
ЗС70	-0,08	0,23	2	1
ЗС78	-0,51	-0,76	3	3
ЗС82	0,55	0,48	1	1
ЗС91	-0,39	-0,53	3	3
ЗС97	-0,44	-0,65	3	3
ЗС211	-0,09	-0,62	2	3
Fc18, стандарт	-0,11	0,27	2	1
КН225	0,57	0,57	1	1
КВ225	-0,22	-0,34	3	3
КВ286	0,54	0,73	1	1
КВ287	-0,17	-0,26	2	3
НСР	0,20	0,19		

Стабильность проявления высокой комбинационной способности в условиях различных лет испытания следует считать ценным качеством исходного материала.

Отмечалось значительное совпадение оценок ОКС в 2007 и 2008 годах, вместе с тем имелись некоторые различия.

В 2008 году линии ЗС6, ЗС82, КН225, КВ286, также как и в 2007 году, характеризовались высокими оценками эффектов ОКС. В дополнение к ним линии ЗС7 и ЗС70 повысили оценки  $g_i$  и были отнесены к первому рангу по ОКС в 2008 году.

Самоопыленные линии ЗС34, ЗС211, КВ287 в 2008 году снизили оценки эффектов ОКС по сравнению с 2007 годом и были отнесены к третьему рангу. В целом совпадение рангов в 2008 году по сравнению с 2007 годом отмечалось в 8 случаях из 14 (57,1%).

Результаты оценки специфической комбинационной способности по признаку «урожайность зерна» среднеранних самоопыленных линий представлены в таблице 2.

## 2. Специфическая комбинационная способность (СКС) новых среднеранних линий кукурузы

Линии	Вариансы СКС ( $\sigma^2_{si}$ )		Ранги по СКС	
	годы			
	2007	2008	2007	2008
Fc18, стандарт	0,03	0,00	1	2
ЗС6	0,00	0,00	2	2
ЗС7	0,05	0,16	1	1
ЗС34	0,03	0,10	1	1
ЗС70	0,01	0,09	2	1
ЗС78	0,02	0,00	2	2
ЗС82	0,02	0,00	2	2
ЗС91	0,06	0,01	1	2
ЗС97	0,01	0,00	2	2
ЗС211	0,01	0,03	2	2
КН225	0,05	0,02	1	2
КВ225	0,02	0,01	2	2
КВ286	0,06	0,01	1	2
КВ287	0,03	0,10	1	1
( $\sigma^2_{si}$ )	0,03	0,04		

Стандартная среднеранняя самоопыленная линия Fc18 не отличалась стабильными оценками вариантов СКС( $\sigma^2_{si}$ ): в 2007 году она имела высокую оценку, в 2008 году – низкую.

В среднеранней группе стабильно высокой специфической комбинационной способностью в годы исследований характеризовались новые самоопыленные линии ЗС7, ЗС34, КВ287 (вариансы СКС в 2007 году составили 0,03 – 0,05; в 2008 году 0,10 – 0,16, что выше в сравнении со средней), низкие оценки вариантов СКС в годы исследований отмечены у линий ЗС6, ЗС78, ЗС82, ЗС97, ЗС211 и КВ225.

Линии ЗС70, ЗС91, КН225, КВ225, КВ286 отличались нестабильными оценками вариантов СКС.

В целом совпадение рангов по СКС в оба года исследований у среднеранних линий отмечалось в 9 случаях из 14 (64,3 %).

Проведенные исследования позволили выделить среднеранние самоопыленные линии КВ286 и КН225, сочетающие стабильно высокую по годам общую комбинационную способность с высокими значениями в отдельные годы специфической комбинационной способности. Среди изученного набора эти линии представляют наибольшую практическую ценность. На их основе созданы урожайные среднеранние тесткроссные гибриды кукурузы: Настурция М×КВ286 (3,37 т/га) и Настурция М×КН225 (3,32 т/га) (табл. 3).

### 3. Урожайность зерна среднеранних тесткроссных гибридов кукурузы

Линии	Урожайность зерна, т/га					
	Тестер Лира М			Тестер Настурция М		
	годы					
	2007	2008	Среднее	2007	2008	Среднее
Fc18, стандарт	2,18	2,99	2,59	2,09	3,21	2,65
ЗС6	2,53	3,51	3,02	2,60	3,66	3,13
ЗС7	2,42	3,41	2,92	2,25	3,06	2,66
ЗС34	1,96	2,24	2,10	2,37	2,89	2,63
ЗС70	2,16	3,18	2,67	2,18	2,95	2,57
ЗС78	1,76	2,02	1,89	1,71	2,14	1,93
ЗС82	2,64	3,22	2,93	2,96	3,42	3,19
ЗС91	1,95	2,12	2,04	1,76	2,48	2,12

Линии	Урожайность зерна, т/га					
	Тестер Лира М			Тестер Настурция М		
	годы					
	2007	2008	Среднее	2007	2008	Среднее
ЗС97	1,79	2,10	1,95	1,82	2,28	2,05
ЗС211	2,14	2,24	2,19	2,16	2,20	2,18
КН225	2,58	3,21	2,90	3,04	3,60	3,32
КВ225	1,85	2,33	2,09	2,20	2,65	2,43
КВ286	2,54	3,40	2,97	3,02	3,72	3,37
КВ287	1,87	2,22	2,05	2,27	3,21	2,74
НСР0,5	0,31	0,52		0,29	0,48	

Практическую ценность представляют и две другие новые среднеранние самоопыленные линии ЗС6 и ЗС82, отличающиеся стабильно высокими оценками эффектов ОКС и низкими вариансами СКС. С их участием созданы гибриды кукурузы с урожайностью зерна существенно выше, чем в среднем по опыту: Настурция М×ЗС6 (3,13 т/га), Лира М×ЗС6 (3,02 т/га), Настурция М×ЗС82 (3,19 т/га).

Наличие стабильно высоких вариантов СКС у линий ЗС34, ЗС78, несмотря на их низкую общую комбинационную способность, не исключает возможности создания высокогетерозисных гибридов на основе этих линий.

В среднеспелой группе стандартная линия А619 в годы исследований характеризовалась средней общей комбинационной способностью ( $g_i=0,02$ ,  $g_i=-0,04$ ) (табл. 4).

#### 4. Результаты оценки общей комбинационной способности (ОКС) среднеспелых линий кукурузы по признаку «урожайность зерна»

Линии	Оценки эффектов ОКС ( $g_i$ )		Ранги по ОКС	
	годы			
	2007	2008	2007	2008
А619, стандарт	0,02	-0,04	2	2
ДК655	0,10	0,32	2	1
ЗС31	-0,07	-0,31	2	3
ЗС68	-0,25	-0,37	3	3
ЗС121	-0,09	-0,17	2	2
ЗС123	0,25	0,32	1	1
ЗС197	-0,32	-0,28	3	3
ЗС225	-0,35	-0,37	3	3
ЗС226	0,24	0,33	1	1
ЗС244	-0,06	0,06	2	2

Продолжение таблицы 4

Линии	Оценки эффектов ОКС (gi)		Ранги по ОКС	
	годы			
	2007	2008	2007	2008
KB204	0,23	0,33	1	1
KB227	-0,10	-0,308	2	3
KB255	0,15	0,07	1	2
KB258	-0,12	-0,02	2	2
KB263	0,18	0,33	1	1
KB271	0,20	0,11	1	2
НСР0,5	0,13	0,19		

В целом среднеспелая группа линий отличалась стабильностью оценок ОКС, в 2008 году по сравнению с 2007 годом, совпадение рангов отмечено в 11 случаях из 16 (68,8%). Исключение составили линии ДК655, ЗС31, KB227, KB255 и KB271, у которых общая комбинационная способность варьировала по годам.

Высокой общей комбинационной способностью по признаку «урожайность зерна» как в 2007, так и в 2008 году характеризовались новые среднеспелые самоопыленные линии ДК655, ЗС123, ЗС226, KB204, KB263 ( $gi=0,18 - 0,33$ , что существенно выше в сравнении со средней).

Стандартная среднеспелая линия А619 не обладала стабильными оценками вариантов СКС (табл. 5). Вариансы СКС изменялись от средних в 2007 году до высоких в 2008 году

#### 5. Специфическая комбинационная способность (СКС) новых среднеспелых линий кукурузы

Линии	Вариансы СКС ( $\sigma^2si$ )		Ранги по СКС	
	годы			
	2007	2008	2007	2008
А619, стандарт	0,00	0,09	2	1
ДК655	0,02	0,04	1	2
ЗС31	0,01	0,36	2	2
ЗС68	0,08	0,14	1	1
ЗС121	0,00	0,05	2	2
ЗС123	0,00	0,04	2	2
ЗС197	0,00	0,00	2	2

Линии	Вариансы СКС ( $\sigma^2_{si}$ )		Ранги по СКС	
	годы			
	2007	2008	2007	2008
ЗС225	0,03	0,00	1	2
ЗС226	0,00	0,00	2	2
ЗС244	0,00	0,00	2	2
КВ204	0,00	0,02	2	2
КВ227	0,07	0,35	1	1
КВ255	0,00	0,00	2	2
КВ258	0,03	0,19	1	1
КВ263	0,01	0,01	2	2
КВ271	0,00	0,02	2	2
( $\bar{\sigma}^2_{si}$ )	0,02	0,08		

Выделены новые среднеспелые самоопыленные линии ЗС68, КВ227, КВ258 отличающиеся стабильно высокими оценками вариантов СКС ( $\sigma^2_{si} = 0,03 - 0,08$  в 2007 году и  $\sigma^2_{si} = 0,14 - 0,35$  в 2008 году, что выше в сравнении со средней).

6. Урожайность зерна среднеспелых тесткроссных гибридов кукурузы

Линии	Урожайность зерна, т/га					
	Тестер Юца М			Тестер Мила М		
	2007 г.	2008 г.	Среднее	2007 г.	2008 г.	Среднее
А619, стандарт	2,17	3,21	2,69	2,05	2,72	2,39
ДК655	2,32	3,21	2,77	2,07	3,44	2,76
ЗС31	1,98	2,29	2,14	2,07	3,11	2,59
ЗС68	1,67	2,41	2,04	2,02	2,86	2,44
ЗС121	2,03	3,03	2,53	1,97	2,65	2,31
ЗС123	2,33	3,22	2,78	2,36	3,42	2,89
ЗС197	1,78	2,73	2,26	1,76	2,71	2,24
ЗС225	1,77	2,34	2,06	1,84	2,58	2,21
ЗС226	2,37	3,39	2,88	2,30	3,30	2,80
ЗС244	2,07	3,07	2,57	2,01	3,06	2,54
КВ204	2,31	3,28	2,80	2,33	3,38	2,86
КВ227	2,20	3,15	2,68	1,78	2,24	2,01
КВ255	2,31	3,09	2,70	2,18	3,06	2,62
КВ258	2,12	3,33	2,73	1,83	2,64	2,24
КВ263	2,23	3,32	2,78	2,31	3,36	2,84
КВ271	2,29	3,25	2,77	2,29	3,33	2,81
НСР 0,5	0,35	0,38		0,27	0,29	



Линии ЗС31, ЗС121, ЗС123, ЗС197, КВ204, ЗС226, ЗС244, КВ204, КВ255, КВ263, КВ271 в годы исследований характеризовались низкими оценками вариантов СКС. В целом, следует отметить высокое совпадение рангов по СКС у среднеспелых самоопыленных линий по годам исследований (в 13 случаях из 16 или 81,3%).

Среди изученного набора среднеспелых самоопыленных линий ценность представляют новые линии ЗС123, ЗС226, КВ204 и КВ263 со стабильно высокими оценками эффектов ОКС в годы исследований. Именно с участием этих линий созданы наиболее урожайные среднеспелые тесткроссные гибриды кукурузы: Мила М×ЗС123, (2,89 т/га), Юца М×ЗС226 (2,88 т/га), Мила М×КВ263 (2,84 т/га) (табл. 6).

Среднеспелые самоопыленные линии кукурузы ЗС68, КВ227 и КВ258 отличающиеся высокой специфической способностью, имели низкие значения эффектов ОКС. Тем не менее, эти линии могут представлять интерес для селекции. Гибриды, созданные на их основе, значительно варьируют по урожайности зерна, следовательно, возможно создание высокогетерозисных комбинаций с их участием.

**Выводы.** В результате оценки общей и специфической комбинационной способности по признаку «урожайность зерна» в системе топкроссных скрещиваний выделены новые среднеранние самоопыленные линии кукурузы КВ286, КН225, ЗС6, ЗС82, отличающиеся стабильностью высоких оценок эффектов ОКС в различные годы исследований ( $g_i = 0,32-0,57$  в 2007 году и  $g_i = 0,48-0,75$  в 2008 году), среди них высокими в отдельные годы вариансами специфической комбинационной способности ( $\sigma^2_{si}$ ) отличались линии КВ286 и КН225. На их основе созданы гибридные комбинации Настурция М×КВ286 и Настурция М×КН225, сформировавшие наиболее высокий урожай зерна в засушливые годы (3,39 и 3,32 т/га соответственно).

Среди изученного набора среднеспелых самоопыленных линий наибольшую ценность представляют ЗС123, ЗС226, КВ204 и КВ263 со стабильно высокими оценками эффектов ОКС в годы проведения исследований, с уча-

ствием этих линий созданы наиболее урожайные среднеспелые тесткроссные гибриды кукурузы: Мила М×ЗС123 (2,89 т/га), Юца М×ЗС226 (2,88 т/га) и др.

Наличие стабильно высоких вариантов СКС у среднеранних и среднеспелых самоопыленных линий ЗС34, ЗС78, ЗС68, КВ224, КВ258, несмотря на их низкую общую комбинационную способность, не исключает возможности создания высокогетерозисных гибридных комбинаций на их основе, в связи с чем они также представляют практический интерес для селекции гибридов кукурузы.

### Литература

1. Сотченко, В.С. Сравнительная оценка методов изучения комбинационной способности линий кукурузы [текст]: Автореферат дис.... канд. с.-х. наук. - Ленинград. 1970. –24с.
2. Хорошилов, С.А. Выделение генотипов для создания гибридов кукурузы с пониженной влажностью зерна к уборке [текст] / С.А. Хорошилов, А.Н. Воронин, Г.М. Журба // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы.// Матер. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию ГНУ ВНИИ кукурузы.– Пятигорск, 2009. – С. 111-117.
3. Орлянский, Н.А. Определение селекционной ценности самоопыленных линий кукурузы [текст]/ Н.А. Орлянский, А.Н. Орлянская // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы: Сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. «Золотое наследие академика ВАСХНИЛ М.И. Хаджинова» .КНИИСХ.– Краснодар, 2009. - С. 82-88.
4. Вольф, В.Г. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности, [текст] / В.Г. Вольф, П.П. Литун. – Харьков, 1980. –76 с.

**УДК 633.11: 631.82: 631.333**

**Г.В. Овсянникова, канд. с.-х. наук;**