

УДК 633.15:631.52

UDC 633.15:631.52

ОБЩАЯ И СПЕЦИФИЧЕСКАЯ КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ПО ПРИЗНАКУ «УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА»

GENERAL AND SPECIFIC COMBINING ABILITY OF SELF-POLLINATED LINES OF MAIZE DUE TO GRAIN PRODUCTIVITY FEATURE

Кривошеев Геннадий Яковлевич
кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией

Krivoshev Gennady Yakovlevich
Candidate of Agricultural Sciences, head of laboratory

Шевченко Николай Алексеевич
научный сотрудник
ВНИИ зерновых культур, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, 3
Email: vniizk30@mail.ru

Shevchenko Nikolay Alekseevich
researcher
ARRI of Grain Crops, Russia, Rostov region, Zernograd, Nauchny gorodok, 3
e-mail: vniizk30@mail.ru

Комбинационная способность по признаку «урожайность зерна» изучена у тридцати восьми среднеранних и среднеспелых самоопыленных линий кукурузы, в системе топкроссных скрещиваний. Выделены линии с высокой общей и специфической комбинационной способностью. Созданы новые высокогетерозисные гибридные комбинации на основе линий с высокой ОКС и СКС

Combining ability with respect to “grain productivity” has been studied among thirty eight self-pollinated lines of maize of mid-early and early maturing in the system of hybrid combinations. The lines with high general (GCA) and specific (SCA) combinative ability have been hybridized. New high heterotic hybrids have been developed on the basis of lines with high GCA and SCA

Ключевые слова: САМООПЫЛЕННЫЕ ЛИНИИ, ТЕСТКРОССНЫЕ ГИБРИДЫ, КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ, ОЦЕНКА ЭФФЕКТОВ ОКС, ВАРИАНСЫ СКС, РАНГИ ПО ОКС И СКС

Keywords: SELF-POLLINATED, LINES, TEST-CROSSING HYBRIDS, COMBINING ABILITY, ESTIMATE OF GCA EFFECTS, VARIANTS OF SCA, RANKS IN RESPECT TO GCA AND SCA

Введение. Селекционная работа с кукурузой основана на использовании гетерозиса. Одна из основных задач в гетерозисной селекции, представляющая теоретический интерес и связанная с запросами практической селекции гибридов, является изучение и анализ общей и специфической комбинационной способности.

В селекционных учреждениях создается большое количество самоопыленных линий кукурузы, которые привлекаются в скрещивания для получения новых гибридов. Однако, как показывает практика, ценные линии получают довольно редко.

Повышению эффективности гибридизации может способствовать использование родительских форм с высокой комбинационной способностью по основным хозяйственно – важным признакам [1].

Подбор самоопыленных линий с высокой комбинационной способностью является важной задачей, так как результаты оценки ОКС и СКС

позволяют сконцентрировать усилия на работе с перспективными формами [3].

Под термином «комбинационная способность» понимается способность линии давать при скрещивании с другими линиями, простыми гибридами или сортами гетерозисное потомство, обладающее повышенной жизнеспособностью и урожайностью.

Общая комбинационная способность (ОКС) – среднее проявление инбредной линии в большом числе гибридных комбинаций. Общая комбинационная способность дает информацию о том, какая из инбредных линий при скрещивании с другими линиями даст лучшие гибриды. Специфическая комбинационная способность (СКС) – индивидуальное проявление инбредной линии в отдельной специфической гибридной комбинации [6].

Существуют различные методы оценки комбинационной способности линий кукурузы [2]. В практике оценки комбинационной способности исходного материала применяется в основном четыре метода скрещиваний: диаллельное, топкроссное, поликросс и свободное опыление. Различают схемы полных и не полных диаллельных и топкроссных скрещиваний. В гетерозисной селекции кукурузы исследователи отдают предпочтение методу топкросса, основанному на системе скрещиваний изучаемых линий с несколькими тестерами.

Установлено, что отдельные линии значительно реагируют на изменение внешних факторов среды, при этом наблюдается отличие в оценке общей и специфической комбинационной способности [4].

Основной целью наших исследований явилось изучение общей и специфической комбинационной способности исходного материала по признаку «урожайность зерна» для выделения образцов представляющих ценность в селекции на гетерозис. Для этого необходимо выполнение следующих задач: скрещивание самоопыленных линий кукурузы с тестерами,

изучение тесткроссных гибридов по урожайности зерна, оценка и ранжирование линий по общей и специфической комбинационной способности.

Материалы и методы. В качестве исходного материала использованы 38 новых и интродуцированных среднеранних и среднеспелых самоопыленных линий кукурузы, различных групп спелости. Среди них восемнадцать среднеранних линий: PLS 61, СП 200, СП 201, СП 202, С 29, С 86, С 95, С 160, С 196, СП 211, СП 212, С 238, ДК 47111, С 204, СП 203, КВ 204 и двадцать среднеспелых: 0169, КВ 272, ТВ 7331, КВ 357, КВ 498, КС 311, Зр 498 А, Р 101, КС 316, КС 317, КС 318, КС 313, ДК 3511. Комбинационная способность линий по признаку «урожайность зерна» была оценена методом полных топкроссов [3].

В качестве тестеров для скрещивания со среднеранними линиями подобраны простые гибриды Ли́ра М, Мирт М, Мальвина С, для скрещивания со среднеспелыми линиями взяты тестеры - Виктория М, Восход МВ, Лидия М.

Во ВНИИЗК им. И. Г. Калининко созданы тестеры Ли́ра М, Виктория М, Восход МВ, Лидия М. Во ВНИИ кукурузы созданы тестеры Мирт М, Мальвина С, которые были получены при обмене исходным материалом. В качестве стандартов использованы известные линии из мировой коллекции: PLS 61 (среднеранняя), 0169 (среднеспелая).

В 2011 году от скрещивания линий с тестерами получено 114 среднеранних и среднеспелых гибридов кукурузы, которые в 2012 – 2013 годах высеяны отдельными блоками по группам спелости и изучены по урожайности зерна. Годы изучения тесткроссных гибридов оказались засушливыми и сходными по метеоусловиям. Количество атмосферных осадков во второй половине вегетации растений кукурузы составило 35 – 40 % к среднемноголетней норме. Почвенная засуха сочеталась с воздушной, относительная влажность воздуха периодически снижалась до 20%, а температура воздуха повышалась до 40 °С.

В связи с тем, что в 2012 и 2013 годах получены сходные результаты по урожайности тесткроссов, данные были усреднены, а комбинационная способность посчитана по средним значениям за 2 года.

Используя наименьшую существенную разность самоопыленные линии кукурузы ранжированы по ОКС: к первому рангу отнесены линии с высокой ОКС, ко второму – со средней и к третьему – с низкой ОКС. Сопоставляя варианты СКС со средней вариансой самоопыленные линии ранжированы по СКС: к первому рангу отнесены линии с высокой, а ко второму с низкой СКС.

Результаты. Установлена существенность различий ($F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$) по ОКС и СКС в среднеранней и среднеспелой группе линий. Аддитивная варианса превосходила по величине не аддитивную, 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 (g_i).

Проведенные исследования позволили дифференцировать среднеранние линии по общей комбинационной способности (табл. 1).

1. Результаты оценки общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности среднеранних линий кукурузы по признаку «урожайность зерна», 2012 – 2013 гг.

Линии	Оценки эффектов ОКС (g_i)	Ранг по ОКС	Вариансы СКС (δ^2_{si})	Ранг по СКС
PLS 61, стандарт	-0,55	3	1,99	1
СП 201	-0,36	3	1,36	1
СП 202	+0,44	1	0,09	2
С 87	-1,05	3	1,03	1
СП 211	+0,53	1	3,57	1
СП 212	+0,37	1	0,49	2
С 238	+0,25	2	2,48	1
ДК 47111	+1,01	1	0,49	2
С 204	+0,91	1	0,65	2
СП 203	+0,44	1	1,15	1
НСР ₀₅	0,28			
Средняя оценка (δ^2_{si})			0,88	

Выделены 6 новых самоопыленных линий кукурузы с высокой ОКС: СП 202 ($g_i = 0,44$), СП 211 ($g_i = 0,53$), СП 212 ($g_i = 0,37$), ДК 47111 ($g_i = 1,01$), С 204 ($g_i = 0,91$), СП 203 ($g_i = 0,44$), они отнесены к первому рангу. Остальные линии, со средней и низкой комбинационной способностью, отнесены к второму и третьему рангу.

Наименьшая существенная разность при сравнении со средней по опыту составила 0,28. Стандартная линия PLS 61 имела низкие оценки эффектов ОКС (-0,55) и отнесена к третьему рангу.

Специфическую комбинационную способность определяли по величине дисперсии СКС (δ_{si}^2). Выделены новые среднеранние самоопыленные линии с высокой специфической комбинационной способностью, характеризующиеся высокими оценками дисперсии СКС: СП 201 (1,36), С 87 (1,03), СП 211 (3,57), С 238 (2,48), СП 203 (1,15). Они отнесены к первому рангу. Стандартная линия PLS 61 зМ отличалась высокой СКС ($\delta_{si}^2 = 1,99$).

Среднеранние линии СП 211, СП 203 сочетали высокую общую и специфическую комбинационную способность по признаку «урожайность зерна». Они представляют ценность для создания высокогетерозисных гибридов. Высокой урожайностью зерна отличались тесткроссные гибриды Мирт М × СП 211 (4,23 т/га) и Лира М × СП 203 (4,00 т/га), полученные на основе линий СП 211 и СП 203 (табл. 2).

2. Урожайность зерна среднеранних тесткроссных гибридов кукурузы, т/га, 2012 – 2013 гг.

Линии	Урожайность зерна при 14% влажности, т/га		
	тестер Лира М	тестер Мирт М	тестер Мальвина С
PLS 61, стандарт	1,68	1,26	3,88
СП 201	2,28	1,34	3,76
СП 202	3,31	2,80	3,66
С 87	1,43	2,27	1,62
СП 211	3,44	4,23	2,36
СП 212	3,51	2,88	3,18
С 238	2,30	4,06	2,84
ДК 47111	4,35	3,05	4,36
С 204	3,06	3,72	4,41
СП 203	4,00	2,43	2,85
НСР ₀₅	0,43		

Следует отметить, что средняя урожайность зерна по опыту составила 2,81 т/га, а урожайность лучшего гибрида созданного с участием стандарта – линии 0169 равнялась 3,88 т/га.

Выделены высокоурожайные гибридные комбинации созданные на основе линий с высокой ОКС и низкой СКС: Лира М × ДК 47111 (4,35 т/га), Мальвина С × ДК 47111 (4,36 т/га), Мальвина С × СП 203 (4,41 т/га).

Сочетание высоких значений СКС и средних значений ОКС у линии С 238 позволило создать высокоурожайный гибрид Мальвина С × С 238 (4,06 т/га). Линии СП 201 и С 87 с высокой СКС, но низкой ОКС не проявили себя – не получено с их участием урожайных тесткроссов.

В среднеспелой группе высокими значениями оценок эффектов ОКС (g_i) характеризовались новые самоопыленные линии: КВ 357 (0,46), КВ 498 (0,79), КС 311 (1,19), Зр 498 А(0,34), КС 317 (0,55), КВ 469 (0,98), КС 318 (0,81) (табл. 3). Стандартная линий 0169 имела среднюю общую комбинационную способность ($g_i = -0,02$).

3. Общая и специфическая комбинационная способность среднеспелых самоопыленных линий кукурузы, 2012 – 2013 гг.

Линии	Оценка эффектов ОКС (g_i)	Ранг по ОКС	Вариансы СКС (δ^2_{si})	Ранги по СКС
0169, стандарт	-0,02	2	0,41	2
ТВ 7331	+0,18	2	1,91	1
КВ 357	+0,46	1	0,39	2
КВ 498	+0,79	1	2,08	1
КС 311	+1,19	1	0,08	2
Zp 498 А	+0,34	1	5,53	1
Р 101	-0,24	2	1,93	1
КС 316	+0,02	2	2,50	1
КС 317	+0,55	1	0,39	2
КВ 469	+0,98	1	1,05	1
КС 318	+0,81	1	0,14	2
НСР ₀₅	0,26			
Средняя оценка (δ^2_{si})			0,94	

Высокие значения вариантов СКС (δ^2_{si}) отмечены у среднеспелых линий ТВ 7331 (1,91), КВ 498 (2,08), Zp 498 А (5,53), Р 101 (1,93), КС 316 (2,50), КВ 469 (1,05). У стандарта выявлена низкая специфическая комбинационная способность ($\delta^2_{si} = 0,41$).

Средняя урожайность зерна тесткроссов по опыту составила 3,35 т/га, лучший тесткроссный гибрид созданный на основе стандартной линии имел урожайность 3,52 т/га.

Сочетанием высоких значений ОКС и СКС характеризовались линии КВ 498, Zp 498 А, КВ 469. Именно с участием этих линий получены наиболее высокоурожайные тесткроссные гибриды кукурузы: Восход МВ × КВ 498 (5,28 т/га), Лидия М × Zp 498 А (5,15 т/га), Виктория М × КВ 469 (4,99 т/га) (табл. 4).

4. Урожайность зерна среднеспелых тесткроссных гибридов кукурузы,
2012 – 2013 гг.

Линии	Урожайность зерна при 14% влажности, т/га		
	тестер Виктория М	тестер Восход МВ	тестер Лидия М
0169, стандарт	3,37	3,52	2,98
ТВ 7331	2,41	4,53	3,54
КВ 357	3,56	3,40	4,35
КВ 498	3,64	5,28	3,40
КС 311	4,15	4,34	5,02
Zp 498 А	4,03	1,79	5,15
Р 101	1,97	4,10	3,15
КС 316	1,98	4,30	3,73
КС 317	3,33	4,37	3,91
КВ 469	4,99	3,80	4,12
КС 318	4,29	3,97	4,11
НСР ₀₅	0,64		

Сочетанием высоких значений ОКС и низких значений СКС характеризовались линии КВ 357, КС 311, КС 317 и КС 318. На основе линии КС 311 создан высокоурожайный тесткроссный гибрид Лидия М × КС 311 (5,02 т/га).

Высокая специфическая комбинационная способность и средняя общая комбинационная отмечена у линий ТВ 7331, Р 101, КС 316. Линии с таким сочетанием параметров имели сравнительно урожайные тесткроссы, лучший среди них Восход МВ × ТВ 7331 (4,53 т/га).

По результатам оценки комбинационной способности среднеспелые самоопыленные линии объединены в 5 групп.

Первая группа линий (КВ 498, Zp 498 А, КВ 469) с высокой ОКС (ранг 1) и высокой СКС (ранг 1). Вторая группа (КВ 357, КС 311, КС 317, КС 318) с высокой ОКС (ранг 1) и низкой СКС (ранг 2). Третья группа линий (ТВ 7331, Р 101, КС 316) со средней ОКС (ранг 2) и низкой СКС (ранг 2), четвертая группа (0169, КВ 272) со средней ОКС (2 ранг) и низкой СКС

(3 ранг), пятая группа (КС 318, С 227, ДК 655, КС 314, 9837, КС 315, КС 313, ДКс 3511) с низкой ОКС (ранг 3) и низкой СКС (ранг 3).

Для сравнения селекционной ценности каждой группы линий подсчитана средняя и максимальная урожайность тесткроссных гибридов отдельно по каждой группе (рис. 1).

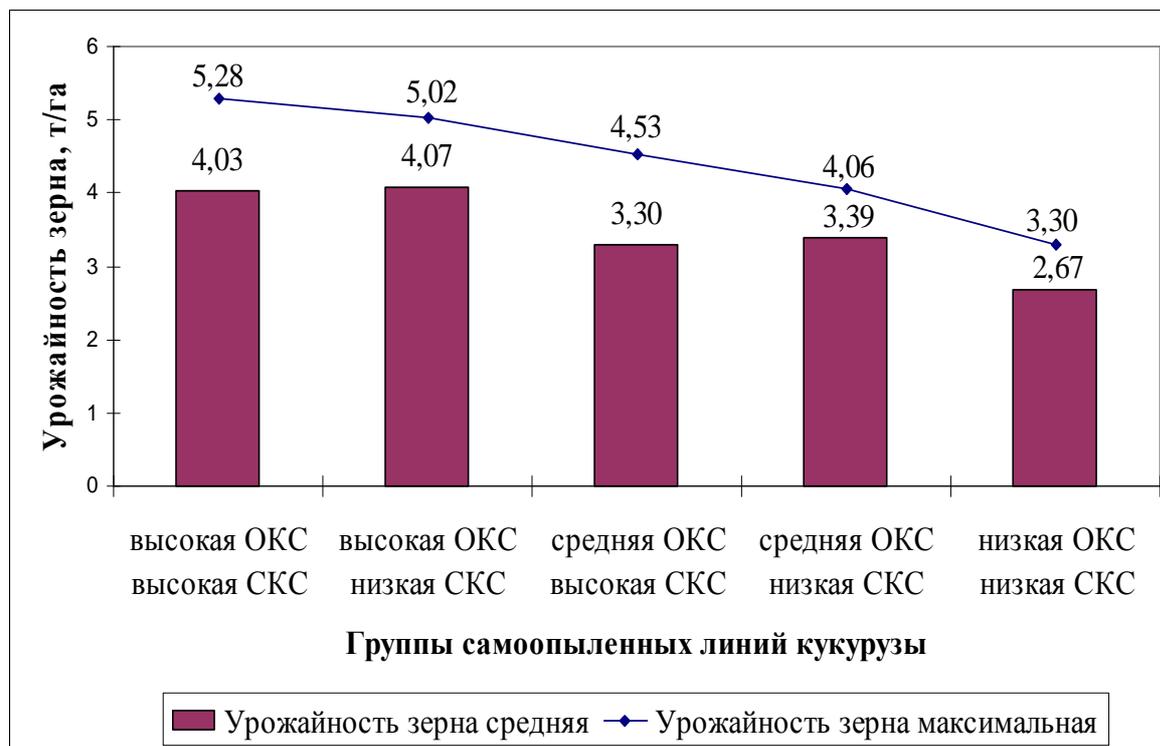


Рис. 1. Средняя и максимальная урожайность зерна среднеспелых тесткроссных гибридов кукурузы, различающихся по ОКС и СКС, 2012 - 2013 гг.

Наилучшими показателями характеризовалась первая группа линий. Средняя урожайность зерна тесткроссных гибридов созданных на основе первой группы линий составила 4,03 т/га, максимальная 5,28 т/га.

Средняя урожайность зерна тесткроссов созданных с участием второй группы линий равнялась 4,07 т/га, максимальная 5,02 т/га. Среди тесткроссов третьей группы выделены гибриды с высокой урожайностью зерна (4,53 т/га), однако средняя урожайность по группе оказалась не высокой (3,30 т/га). Невысокими значениями средней (3,39 т/га) и максимальной (4,06т/га) урожайности зерна характеризовались тесткроссные гибриды

четвертой группы. Худшими по показателям отличались линии пятой группы (с низкой ОКС и СКС): средняя урожайность зерна - 2,67 т/га, максимальная – 3,30 т/га.

Для гетерозисной селекции практический интерес представляют первые три группы среднеспелых линий, наиболее ценные среди них – линии с высокой ОКС и СКС. Самоопыленные линии отнесенные к четвертой и пятой группе подлежат выбраковке как малоперспективные.

В среднераннем блоке к первой группе отнесены линии СП 203, СП 211, второй – СП 202, СП 212, ДК 47111, С 204, третьей – С 238. Они являются наиболее перспективными для селекции высокогетерозисных среднеранних гибридов кукурузы.

Выводы. Выделены среднеранние и среднеспелые самоопыленные линии кукурузы с высокой общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способностью по признаку «урожайность зерна».

Наиболее ценными для практической селекции следует считать линии сочетающие высокие значения общей и специфической комбинационной способности СП 203, СП 211 (среднеранние), КВ 498, Зр 498 А, КВ 469 (среднеспелые), с их участием созданы высокоурожайные тесткроссные гибридные комбинации.

Самоопыленные линии с высокой общей и низкой специфической комбинационной способностью (ДК 47111, СП 202, СП 203, СП 204, СП 212, КВ 357, КС 311, КС 317, КС 318), линии с высокой СКС и средней ОКС (С 238, ТВ 7331, Р 101, КС 316) так же могут быть включены в скрещивания для создания высокогетерозисных гибридов кукурузы.

Литература

1. Горбачева А.Г. Изучение комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы селекции института / А.Г. Горбачева, Е.Г. Корниенко, Орлянский Н.Н. // Материалы научно-практической конференции «Селекция, семеноводство, производство зерна кукурузы». - Пятигорск, 2002. - С. 45-54.

2. Жужукин В. И. Селекционная ценность исходного материала в условиях нижнего Поволжья / В. И. Жужукин, Е. В. Гудкова, С. А. Зайцева, Л. А. Гудова // Сб. научн. тр. Международной научно – практической конференции «Золотое наследие академии ВАСХНИЛ им. М. И. Хаджинова». – Краснодар, 2009. – С. 94 – 99.

3. Сотченко В. С. Изучение новых самоопыленных линий кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино – Балкарской республики / В. С. Сотченко, А. Г. Горбачева // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. - Майкоп, - 1999. – С. 107 – 111.

4. Сотченко В. С. Сравнительная оценка методов изучения комбинационной способности линий кукурузы / В.С. Сотченко Автореферат дис. кан-та с.-х. наук. Ленинград. 1970. 24 с.

5. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / Сост.: Вольф В.Г., Литун П.П., Хавелова А.В., Кузьменко Р.И. – Харьков, 1980. 74 с.

6. Юкенгеймер Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование. М., Колос. 1979. 519 с.

References

1. Gorbacheva A.G. Izuchenie kombinacionnoj sposobnosti novyh samoopylennyh linij kukuruzy selekcii instituta / A.G. Gorbacheva, E.G. Kornienko, Orljanskij N.N. // Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii «Selekcija, semenovodstvo, proizvodstvo zerna kukuruzy». - Pjatigorsk, 2002. - S. 45-54.

2. Zhuzhukin V. I. Selekcionnaja cennost' ishodnogo materiala v uslovijah nizhnego povolzh'ja / V. I. Zhuzhukin, E. V. Gudkova, S. A. Zajceva, L. A. Gudova // Sb. nauchn. tr. Mezhdunarodnoj nauchno – prakticheskoy konferencii «Zolotoe nasledie akademii VASHNIL im. M. I. Hadzhinova». – Krasnodar, 2009. – S. 94 – 99.

3. Sotchenko V. S. Izuchenie novyh samoopylennyh linij kukuruzy v uslovijah predgornoj zony Kabardino – Balkarskoj respubliky / V. S. Sotchenko, A. G. Gorbacheva //Genetika, selekcija i tehnologija vzdelyvanija kukuruzy. - Majkop, - 1999. – S. 107 – 111.

4. Sotchenko V. S. Sravnitel'naja ocenka metodov izuchenija kombinacionnoj sposobnosti linij kukuruzy / V.S. Sotchenko Avtoreferat dis. kan-ta s.-h. nauk. Leningrad. 1970. 24 s.

5. Metodicheskie rekomendacii po primeneniju matematicheskikh metodov dlja analiza jeksperimental'nyh dannyh po izucheniju kombinacionnoj sposobnosti / Sost.: Vol'f V.G., Litun P.P., Havelova A.V., Kuz'menko R.I. – Har'kov, 1980. 74 s.

6. Jukengejmer R. U. Kukuruza: uluchshenie sortov, proizvodstvo semjan, ispol'zovanie. M., Kolos. 1979. 519 s.