

УДК 633.15:631.527

UDC 633.15:631.527

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

**ОТБОР НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ
ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ
РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ****SELECTION OF NEW SELF-POLLINATED
CORN LINES FOR BREEDING OF EARLY
MATURING HYBRIDS**

Варламов Дмитрий Владимирович
Младший научный сотрудник
varlamov048@gmail.com
*Краснодарский НИИСХ им. П.П.Лукьяненко,
Россия, 350012 Краснодар, центральная усадьба
КНИИСХ*

Varlamov Dmitry Vladimirovich
Junior researcher
varlamov048@gmail.com
*Krasnodar Lukyanenko Scientific Research Institution
of Agriculture, Krasnodar, Russia*

В статье приведены этапы оценки и отбора новых самоопыленных линий кукурузы. Отражены результаты тестирования новых линий и полученных тесткроссов. Дана сравнительная характеристика урожайности лучших тесткроссов. Определена общая и специфическая комбинационная способность новых линий. Рассматриваются возможности дальнейшего использования новых линий в селекционных программах и полученных на их основе раннеспелых гибридов. Исследования проводились в соответствии с тематическим планом научных исследований отдела селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ Краснодарский НИИСХ им. П.П.Лукьяненко, на селекционном поле института

The article covers the stages of evaluation and selection of new self-pollinated corn lines. The results of testing of new lines and test crosses were reflected. Comparative analysis of yield of the best test crosses was presented. General and specific combining ability of new lines was calculated. The opportunities of further usage of new lines in breeding programs and early maturing hybrids including these lines are considering. The researches were conducted on the field of the institution, following the course of scientific researches of department of selection and seed management of corn, Federal State Budgetary Scientific Organization Krasnodar Lukyanenko Research Institution of Agriculture

Ключевые слова: КУКУРУЗА, ГИБРИД,
САМООПЫЛЕННАЯ ЛИНИЯ КУКУРУЗЫ,
КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ,
УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА, ТЕСТЕР, ТЕСТКРОСС

Keywords: CORN, HYBRID, SELF-POLLINATED
CORN LINE, COMBINING ABILITY, GRAIN
YIELD, TESTER, TEST CROSS

Введение

Успешное решение программ по созданию раннеспелых высокопродуктивных гибридов кукурузы, адаптированных к неблагоприятным условиям среды, во многом зависит от использования исходного материала. Создание таких гибридов весьма трудоемкая задача и в нашей стране в значительной мере сдерживается ограниченным набором ультрараннеспелых и раннеспелых линий с комплексом селекционно-ценных признаков и высокой комбинационной способностью [1,2]. Таким образом, создание и всесторонняя оценка новых самоопыленных линий кукурузы является важной задачей современной селекции.

Учитывая востребованность подобных исследований и их практическое применение в отделе селекции и семеноводства кукурузы Краснодарского НИИСХ в течение 2012-2014 годов была проведена данная работа.

Цель исследований - комплексное изучение и оценка большого набора новых самоопыленных линий кукурузы и создание на их основе высокопродуктивных гибридов.

Материал и объект исследований

В качестве исходного материала для исследований использовались 80 новых самоопыленных линий, находящихся в рабочей коллекции отдела селекции и семеноводства кукурузы КНИИСХ.

При получении тесткроссов тестерами-анализаторами служили простые гибриды, различные по срокам созревания и относящиеся к различным группам зародышевой плазмы. Всего было взято 15 тестеров, которые были дифференцированы на 7 блоков, в зависимости от их генетического происхождения (табл. 1). Скрещивания проводились таким образом, чтобы каждая линия была включена в гибридизацию не менее чем с двумя тестерами, что позволило более точно определить комбинационную способность изучаемых линий. Все гибриды были получены в селекционном питомнике в 2011 г., всего получено 312 тесткроссов.

Таблица 1 - Генотипическая характеристика тесткроссов относительно гетерозисных групп зародышевой плазмы

№ блока	Тестер	Комбинация гетерозисной группы	Кол-во тесткроссов
1	(Кр 0159с x Кр 0225зс)	Iodent x Lancaster	48
	(Кр 0130 x Кр 0112)	Iodent x Lancaster	
	(Кр 0812 x Кр 030)	Lancaster x Iodent	
2	(Кр 0159с x Кр 0800зс)	Iodent x Stiff Stalk Synthetic	51
	(Кр 0192с x Кр 07/1зс)	Stiff Stalk Synthetic x Lancaster	
	(Кр 098 x Кр 651)	Lancaster x Iodent	
3	(Кр 0229м x Кр 0800зм)	Iodent x Stiff Stalk Synthetic	50
	(Кр 031 x Кр 226)	Iodent x Lancaster	
4	(Кр 0159с x Кр 0805зс)	Iodent x Mindszenpuszta	84
	(Кр 0228м x Кр 0812зм)	Lancaster x Mindszenpuszta	
5	(Кр 0228м x Кр 0800зм)	Lancaster x Stiff Stalk Synthetic	32
	(Кр 031 x Кр 226)	Iodent x Lancaster	
6	(Кр 098 x Кр 0818)	Lancaster x Iodent	16
	(Кр 0228м x Кр 0811зм)	Lancaster x Mindszenpuszta	
7	(Кр 651 x Кр 226)	Iodent x Lancaster	18
	(Кр 098 x Кр 0800)	Lancaster x Stiff Stalk Synthetic	

Методы исследований

Сортоиспытание полученных тесткроссов проводилось в контрольном питомнике отдела. Агротехнические приемы при выращивании кукурузы были общепринятыми для данной зоны исследований.

Посев проводился в оптимальные сроки селекционной сеялкой Wintersteiger moonseed DT, площадь делянки 9,8 м кв., повторность трехкратная. Во всех питомниках (селекционном и контрольном) проводились все необходимые фенологические наблюдения: даты посева, всходов, цветения женских и мужских соцветий; учеты: количество растений перед уборкой, процент полегших и сломанных растений к моменту уборки, процент растений, пораженных пузырчатой головней; биометрические промеры: высота растений и высота прикрепления

початка, длина и диаметр початка, количество рядов зерен и зерен в ряду, масса 1000 зерен, вес зерна с початка.

Учеты, промеры и наблюдения проводились согласно Методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы [3].

Уборка новых самоопыленных линий в селекционном питомнике проходила вручную с последующим проведением всех необходимых промеров. Уборка тесткроссов в контрольном питомнике проводилась селекционным комбайном Wintersteiger Delta с одновременным взвешиванием зерна с делянки и определением уборочной влажности. Для определения урожайности зерна полученные данные пересчитывали на гектар при 14% влажности. Все результаты обработаны с помощью одно и двухфакторного дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А.Доспехову [4]. Общую и специфическую комбинационную способность новых самоопыленных линий определяли в системе топкроссных скрещиваний по В.К. Савченко [5].

Результаты и обсуждения

В связи с тем, что в изучении проходило большое количество линий и тесткроссов, в данной статье мы остановимся на характеристике лишь одного блока, состоящего из трех тестеров, 16 линий и соответственно 48 тесткроссов. Погодные условия в годы исследований были контрастными, так 2012 год отличался крайне неблагоприятными условиями для выращивания кукурузы – засушливое лето со значительным недостатком влаги в период цветения и налива зерна, а так же высокими температурами в этот период. В свою очередь 2014 год, в целом, был благоприятным для выращивания кукурузы. Погодные условия 2013 года занимали промежуточное положение.

Ускорение и оптимизация селекционной работы с кукурузой зависят в первую очередь от подбора исходного материала, обладающего высокой комбинационной способностью.

В наших исследованиях оценку комбинационной способности линий проводили по данным урожайности тесткроссных гибридов, полученных в результате скрещивания 16 самоопыленных линий с тремя тестерами. Следует отметить, что все тестеры относились к различным гетерозисным группам зародышевой плазмы, что способствует проявлению наиболее высоких гетерозисных эффектов[6,7].

В большинстве случаев самоопыленные линии отличаются значительным варьированием оценок эффектов комбинационной способности в зависимости от генотипа и года исследований. В то же время нам удалось выделить ряд линий, обеспечивших высокие эффекты ОКС во все годы исследований (табл 2).

Таким образом анализ данных комбинационной способности самоопыленных линий показал, что высокой и стабильной ОКС за три года исследований по признаку «урожайность зерна» отличались линии: Кр0404/1; Кр0480/1; Кр0612; Кр0619; Кр0808. Следует отметить, что урожайность зерна тесткроссов с участием этих линий в среднем по трем тестерам была значительно выше, чем средняя урожайность зерна в опыте. Данные линии являются ценным исходным материалом для гетерозисной селекции.

В нашей работе представилась возможность на основе эффектов СКС определить константы и варианты СКС для более полной характеристики по дальнейшему использованию данного материала (Табл.3)

Таблица 2 - Оценка общей комбинационной способности (G_i) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по трем тестерам, ц/га при 14% влажности		
	2012г	2013г	2014г	2012г	2013г	2014г
Кр 0404/1	13,0	12,0	8,0	42,6	58,6	73,8
Кр 0480/1	7,3	8,0	13,0	37,3	54,4	79,2
Кр 0612	9,2	5,7	6,0	39,2	52,1	72,4
Кр 0619	6,6	6,6	7,0	36,6	53,1	72,9
Кр 0808	4,6	6,6	3,0	34,6	53,1	68,5
Кр 0817	7,6	4,2	0,5	37,6	50,6	66,1
Среднее				29,9	46,4	65,9
НСР _{0,5}	1,1	1,6	2,0	4,0	5,4	5,2

Рассматривая полученные результаты оценки специфической комбинационной способности новых самоопыленных линий и тестеров кукурузы отмечаем, что их значения значительно варьируют в зависимости от условий выращивания, в данном случае от года.

Оценивая полученные результаты следует отметить, что высокими вариансами СКС по признаку «урожайность зерна» отличались линии Кр 0404/1; Кр 0619, в то же время лишь линия Кр 0404/1 и Кр 0619 проявляют это стабильно в течении всех трех лет изучения.

Учитывая высокую ОКС линий Кр0404/1 и Кр0619 можно предположить, что в перспективе они могут быть использованы как для синтеза высокогетерозисных гибридных комбинаций, так и для создания синтетических популяций с последующим отбором из них новых линий с хорошим комбинационным потенциалом. А выделенные с их участием

Таблица 3 - Оценки эффектов СКС по признаку «урожайность зерна», (КНИИСХ, 2012-2014гг.)

Линия	Константы СКС(Sij)			Вариансы СКС σ^2_{Si}
	(Кр0159СхКр225)	(Кр0130хКр0112)	(Кр0812хКр030)	
2012г.				
Кр 0404/1	-8,65	10,26	-1,61	90,82
Кр 0480/1	5,53	4,04	-9,57	68,73
Кр 0612	4,08	-7,10	3,01	37,54
Кр 0619	7,26	-1,45	-5,81	43,79
Кр 0808	0,58	-4,81	4,23	20,15
Кр 0817	-4,71	5,21	-0,50	24,29
σ^2_{Si}	29,15	31,72	26,1	σ^2_{Si} среднее =41,62
σ^2_{Si} среднее	28,99			
2013г				
Кр 0404/1	-12,01	16,22	-4,21	211,61
Кр 0480/1	5,23	-5,65	0,43	28,75
Кр 0612	0,02	-1,32	1,30	0,73
Кр 0619	8,22	-7,54	-0,68	61,47
Кр 0808	6,59	-3,64	-2,95	31,73
Кр 0817	-15,25	12,50	2,74	197,20
σ^2_{Si}	52,91	49,23	16,96	σ^2_{Si} среднее =57,42
σ^2_{Si} среднее	39,70			
2014г				
Кр 0404/1	-16,55	18,11	-1,56	301,2
Кр 0480/1	3,20	-5,06	1,86	18,8
Кр 0612	-16,57	1,00	15,57	258,0
Кр 0619	15,95	-11,05	-4,89	199,3
Кр 0808	14,96	-7,33	-7,63	166,9
Кр 0817	-9,50	6,61	2,89	70,18
σ^2_{Si}	93,77	80,8	49,02	σ^2_{Si} среднее =106,3
σ^2_{Si} среднее	74,53			

гибридные комбинации (Кр0130хКр0112)хКр0404/1 и (Кр0159СхКр225)хКр0619, обладающие высокими константами СКС независимо от условий года, можно охарактеризовать как высокогетерозисные.

Для линий Кр0480/1; Кр0817; Кр0612 и Кр0808 определенной закономерности в проявлении СКС по признаку «урожайность зерна» установить не удалось, величины их варiances (σ^2_{Si}) существенно изменялись в зависимости от условий выращивания. Однако учитывая высокие оценки ОКС данных линий, отметим, что наиболее практичным будет использование их в селекционной работе для получения гибридов кукурузы более сложной структуры (двойные межлинейные) или синтетических сортов-популяций.

В связи с тем, что сортоиспытание тесткроссов проводилось в контрастные по погодным условиям годы, характеристику лучших тесткроссов по урожайности зерна мы приводим по годам. В таблице 4 приведены 5 лучших тесткроссов достоверно превысивших по урожайности зерна соответствующий стандарт. Стандартом в данном блоке тесткроссов служил раннеспелый гибрид Краснодарский 194МВ с урожайностью зерна 34,6 ц/га, средняя урожайность зерна в опыте составляла 37,2 ц/га. Максимальную урожайность зерна сформировал тесткросс, созданный на базе тестера – простого гибрида (Кр0130хКр0112) и самоопыленной линии Кр0404/1. В предыдущей таблице уже отмечалось, что линия Кр0404/1 обеспечила высокие значения ОКС и СКС по признаку «урожайность зерна» по всем тестерам, более того высокие эффекты ОКС и СКС данная линия сохраняла во все годы изучения независимо от влияния внешних факторов среды. Вторым по урожайности зерна, в данной группе был гибрид (Кр0159СхКр225)хКр0619, превысивший стандарт на 13,2 ц/га. Все, приведенные тесткроссы наряду с высокой урожайностью имели значительно меньшую, чем у стандарта, уборочную влажность зерна.

Таблица 4 - Урожайность зерна лучших тесткроссов, полученных с участием новых линий, 2012г

Гибрид	Урож. зерна, ц/га при 14% влажности	Откл. от ст.ц/га	Убор. влажн., %	Селекционный индекс $C_{и}$
Краснодарский 194МВ - ст.	34,6	ст.	15,0	2,3
(Кр0130хКр0112)хКр0404/1	49,7	15,1	13,3	3,7
(Кр0159СхКр225)хКр0619	47,8	13,2	14,4	3,3
(Кр0159СхКр225)хКр0612	47,3	12,7	14,3	3,3
(Кр0159СхКр225)хКр0480/1	46,8	12,2	13,0	3,6
(Кр0812хКр030)хКр 0489	42,6	8,0	13,0	3,3
Ср. урожай. по опыту	37,2			
НСР ₀₅	4,0			

($C_{и}$ – частное от деления урожая зерна, ц/га на уборочную влажность, % по В.С.Сотченко)

Превышение урожайности зерна над стандартом варьировало от 8 до 15 ц/га. Оценивая урожайность зерна лучших тесткроссов, выделившихся в 2013 году следует отметить, что средняя урожайность зерна по опыту была значительно выше, чем в 2012 году (Табл 5). Максимальную урожайность в данном блоке, как и в предыдущем году сформировал тесткросс (Кр0130хКр0112)хКр0404/1 - 70,4 ц/га, достоверно превышающий урожайность зерна стандарта и имеющий более низкую уборочную влажность зерна (на 3%) при равной группе спелости. Как и в предыдущий год, вторую строку среди лучших по урожайности зерна гибридов, занял тесткросс (Кр0159СхКр225)хКр0619, показавший высокую урожайность зерна при меньшей, чем у стандарта уборочной влажности зерна.

Таблица 5 - Урожайность зерна лучших тесткроссов, полученных на основе новых линий, 2013г

Гибрид	Урож. зерна, ц/га при 14% влажности	Откл. от ст. ц/га	Убор. влажн., %	Селекционный индекс С _н
Краснодарский 194МВ - ст.	59,0	ст.	19,5	3,0
(Кр0130хКр0112)хКр0404/1	70,4	11,4	16,5	4,3
(Кр0159СхКр225)хКр0619	69,7	10,7	17,8	3,9
(Кр0159СхКр225)хКр0480/1	68,1	9,1	18,3	3,7
(Кр0159СхКр225)хКр0808	68,1	9,1	16,0	4,3
Ср. урожай. по опыту	55,6			
НСР ₀₅	5,4			

В наиболее благоприятный для выращивания кукурузы 2014 год в основном, по зерновой продуктивности выделились тесткроссы с теми же линиями, что и в два предыдущих года (Табл 6). Так, тесткросс (Кр0130хКр0112)хКр0404/1, сформировал, как и в предыдущие годы не только высокую урожайность, но и более низкую, чем у стандарта уборочную влажность зерна. Максимальную урожайность зерна обеспечил тесткросс (Кр0159СхКр225)хКр0619, который за счет высокой урожайности и самой низкой уборочной влажности зерна (11,5%) имел селекционный индекс 8,1.

Обращает на себя внимание и тот факт, что за годы проведенных испытаний выделенные гибридные комбинации (Кр0159СхКр225)хКр0619 и (Кр0130хКр0112)хКр0404/1 существенно превышали по урожаю зерна соответствующий стандарт в различных условиях (как в благоприятные так и в неблагоприятные годы выращивания), что указывает на высокие адаптивные свойства данных гибридов. Такая классификация позволяет говорить о возможности раскрытия потенциала данных гибридов, не только

Таблица 6 - Урожайность зерна лучших тесткроссов, полученных на основе новых линий, 2014г

Гибрид	Урож. зерна, ц/га при 14% влажности	Откл. от ст., ц/га	Убор. влажн., %	Селекционный индекс С _н
Краснодарский 194МВ ст.	79,6	ст.	17,6	4,5
(Кр0159СхКр225)хКр0619	93,5	13,9	11,5	8,1
(Кр0130хКр0112)хКр0404/1	90,8	11,2	15,9	5,7
(Кр0159СхКр225)хКр0808	88,1	8,5	16,6	5,3
(Кр0159СхКр225)хКр0480/1	87,0	7,4	19,5	4,5
(Кр0812хКр030)хКр 0612	84,8	5,2	17,4	4,9
Ср. урожай. по опыту	72,8			
НСР ₀₅	5,1			

в условиях интенсивных технологий, но и практически в более широком спектре агроусловий включая стрессовые, засушливые условия выращивания.

Выводы

В результате оценки и отбора, проведенного среди новых самоопыленных линий кукурузы, были выделены линии отвечающие требованиям современной селекции и обладающие высокой комбинационной способностью по признаку «урожайность зерна». Кр 0404/1; Кр 0480/1; Кр 0612 ; Кр 0619 ; Кр 0489.

Результатом тестирования новых линий является создание новых раннеспелых высокогетерозисных гибридов, значительно и достоверно превысивших по урожайности зерна соответствующий стандарт и имеющих более низкую уборочную влажность зерна - (Кр0159СхКр225)хКр0619; (Кр0130хКр0112)хКр0404/1.

Список литературы

1. Супрунов А.И. Селекция ультрараннеспелых и раннеспелых гибридов кукурузы / Супрунов А.И., Панфилов Э.Е., Соболева Н.П., Кирилук А.А. // Сборник научных трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П.Лукьяненко. – Краснодар, 2014. – С. 219 - 225.
2. Бойко, В.Н. Исходный материал для селекции скороспелых гибридов кукурузы на основе гаплоидии : дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.05 / Бойко Владислав Николаевич. – СПб., 2006. – 200 с.
3. Методические рекомендации по проведению опытов с кукурузой. – Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. – 36 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов.-М.: Агропромиздат, 1985.-351с.
5. Савченко, В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм. / В.К. Савченко // Методики генетико-селекционного и генетического экспериментов. – Минск, 1973. – С. 48-77.
6. Гульняшкин, А.В. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы с различной генетической основой /А.В. Гульняшкин, П.В. Чуйкин, С.С. Анашенков, // Материалы Всероссийской конференции «ВНИИ кукурузы -25 лет». - Пятигорск, 2012. – С. 109 - 119.
7. Анашенков, С.С. Анализ комбинационной способности новых самоопыленных линий и тестеров кукурузы / С.С. Анашенков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №06 (080) – С. 1 – 10. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/01.pdf>.

References

1. Suprunov A.I. Seleksiya ul'trarannespelikh i rannespelikh gibridov kukuruzi /Suprunov A.I., Panfilova E.E., Soboleva N.P., Kirilyuk A.A. // Sbornik nauchnikh trudov v chest' 100-letiya so dnya osnovaniya Krasnodarskogo NIISH im. P.P.Lukyanenko. – Krasnodar, 2014. –S.219-225
2. Boyko, V.N. Iskhodniy material dlya seleksii skorospelikh gibridov kukuruzi na osnove gaploidii: dis. ... kand.s-h. nauk: 06.01.05 / Boyko Vladislav Nikolayevich. – SPb., 2006. -200s.
3. Metodicheskiye rekomendatsii po provedeniyu opitov s kukuruzoy. – Dnepropetrovsk: VNII kukuruzi, 1980. – 36 s.
4. Dospheov, B.A. Metodika polevogo opita / B.A. Dospheov. –M.: Agropromizdat, 1985.-351s.
5. Savchenko, V.K. Metod otsenki kombinatsionnoy sposobnosti geneticheskii raznokachestvennih naborov roditelskih form. / V.K. Savchenko // Metodiki genetiko-seleksionnogo i geneticheskogo eksperimentov. – Minsk, 1973. – S. 48-77.
6. Gulnyashkin, A.V. Otsenka kombinatsionnoy sposobnosti novih samoopilennih liniy kukuruzi s razlichnoy geneticheskoy osnovoy /A.V. Gulnyashkin, P.V. Chuykin, S.S. Anashenkov, // Materiali Vserossiyskoy konferentsii «VNII kukuruzi -25 let». - Pyatigorsk, 2012. – S. 109 - 119.
7. Anashenkov, S.S. Analiz kombinatsionnoy sposobnosti novih samoopilennih liniy i testerov kukuruzi /S.S. Anashenkov // Politematicheskiiy setevoy elektronniy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo Agrarnogo universiteta (Nauchniy zhurnal KubGAU) [Elektronniy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012.-№06 (080) – S.1 – 10. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/01.pdf>.