

УДК 633.15:631.527

**И. М. Чилашвили**, аспирант;  
**А. И. Супрунов**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
зав. отделом селекции и семеноводства кукурузы;  
**А.Ю. Слащев**, аспирант, младший научный сотрудник,  
ФГБНУ Краснодарский НИИСХ, [malis206@rambler.ru](mailto:malis206@rambler.ru)  
(350012, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, Центральная Усадьба  
КНИИСХ)

## **ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Как известно, успех любой селекционной работы определяется в значительной мере исходным материалом.

В Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко ведется большая работа по созданию, оценке и классификации нового исходного материала для селекции высокогетерозисных гибридов кукурузы.

Анализ комбинационной способности самоопыленных линий по урожайности зерна является основным при оценке их как исходного материала. В связи с этим в настоящей статье отражены трех-летние результаты экспериментальных исследований в области гетерозисной селекции кукурузы. Определена общая (ОКС) и специфическая (СКС) комбинационные способности нового исходного материала. Неоднородность климатических условий в годы проведения исследований позволила выделить по-настоящему важные генотипы, представляющие большую ценность в селекции гибридов кукурузы.

Однофакторный дисперсионный анализ полученных данных показал достоверные генотипические различия между гибридами топкроссной схемы по урожаю зерна за 3 года исследований ( $F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$ ). При этом установлена существенная вариабельность исходных родительских компонентов под влиянием как общей, так и специфической комбинационной способности. На основании оценок комбинационной способности новых самоопыленных линий были выделены генотипы с высокой и стабильной оценкой ОКС и эффектами СКС, что в свою очередь позволило идентифицировать дальнейшие пути использования изучаемых линий. Более тщательный анализ полученных результатов позволил выявить линии с высокими эффектами ОКС и вариансами СКС одновременно.

В целом можно говорить о правильности выбранного положения родительских компонентов в формулах наиболее перспективных тесткроссов, которые обеспечили высокие значения эффектов гетерозиса по признаку «урожайность зерна».

**Ключевые слова:** кукуруза, самоопыленная линия, гибрид, комбинационная способность, эффекты ОКС и СКС.

**I.M. Chilashvili**, post-graduate student;  
**A.I. Suprunov**, Doctor of Agricultural Sciences, docent, head of the department of maize breeding and seed-growing;  
**A.Yu. Slashchev**, post-graduate student, junior researcher,  
FSBSI Krasnodar RIA  
(350012, Krasnodarsky Krai, Krasnodar, Cenralnaya Usasdba (Central Manor) of KRIA; [malis206@rambler.ru](mailto:malis206@rambler.ru))

## **STUDY OF COMBINING ABILITY OF NEW SELF-POLLINATED LINES OF MAIZE IN CENTRAL PART OF KRASNODAR KRAI**

It's common knowledge that any success of breeding work largely depends on initial material. The staff of Krasnodar RIA named after P.P. Lukiyanenko is carrying out a significant work in breeding, assessment and classification of new initial material for breeding of maize hybrids with high heterosis. Assessing self-pollinated lines as initial material, it's necessary to analyze their combining ability according to grain productivity. Thus, the article gives the results of three year experiments in the field of heterosis breeding of maize. These are determined the general (GCA) and specific (SCA) combining abilities of new initial material. Variability of weather conditions during the years of experiments allowed finding really important geno types, which are valuable in maize hybrids breeding. The analysis of variance (ANOVA) of the received data showed some true geno type differences among hybrids of top-crossing scheme according to grain productivity for three years ( $F_{\text{factor}} > F_{\text{theory}}$ ). At the same time we determined a significant variability of initial parent components influenced by the general and specific combining abilities. On the basis of the assessment of combining ability of self-pollinated lines we selected geno types with a high and permanent assessment of GCA and effects of SCA, which allowed identifying further ways of use of studied lines. More careful analysis of the received data gave us an opportunity to select lines with high effects of GCA and variances of SCA simultaneously. In general, we can talk about a right choice of the position of parent components in the formulas of the most promising test-crossings that produced high effects of heterosis on trait 'grain productivity'.

**Keywords:** maize, self-pollinated line, hybrid, combining ability, effects of GCA (general combining ability) and SCA (special combining ability).

Кукуруза – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире. Ее уникальность состоит в высокой потенциальной урожайности и универсальности использования. Почти во всех кукурузосеющих странах кукурузу выращивают на зерно, которое используется на продовольственные (20 %), кормовые (60-65 %) и технические (15-20 %) цели [1].

Учитывая такой широкий спектр использования кукурузы, необходимо отметить, что важное значение имеет увеличение валового сбора зерна. Решение этой проблемы неразрывно связано с выведением новых высокоурожайных гибридов для зон традиционного выращивания и расширением посевных площадей кукурузы.

Для успешного создания таких гибридов кукурузы нужен исходный материал, отвечающий требованиям зоны семеноводства и дающий высокопродуктивные гибриды.

В связи с этим большое значение имеет подбор и изучение исходного материала по ряду хозяйственно-ценных признаков, таких как урожайность, высота растения, высота прикрепления початка, устойчивость к болезням и вредителям и оценка его комбинационной способности.

Создание высокоурожайных гибридов – это прежде всего подбор родительских пар (линий) с высокой комбинационной способностью. Оценка самоопыленных линий по этому признаку – важнейшая задача, стоящая перед селекционером. Результаты оценки комбинационной способности позволяют сосредоточить усилия на работе только с перспективными формами, более целенаправленно подбирать компоненты для получения новых гибридов и, в конечном итоге, более успешно создавать высокогетерозисные гибридные комбинации [2,3].

**Материалы и методы.** Исследования проводили на полях Краснодарского НИИСХ. Материалом для исследований послужили 23 самоопыленные линии кукурузы второго цикла отбора, полученные на гибридных комбинациях с участием линий Кр 161, Кр 225, Кр 244, Кр 195, Кр 720, Кр 717, Кр 42, Кр 777, Кр 702. С учётом генотипа изучаемых линий в качестве тестеров был использован линейный материал двух гетерозисных групп: ident (линии Кр 640/3, Кр 627) и SSS (Кр 73).

Описание количественных признаков самоопыленных линий и гибридов проводили по широкому унифицированному классификатору СЭВ [4]. Комбинационную способность самоопыленных линий кукурузы определяли в системе топкроссных скрещиваний по В.К. Савченко [5]. Статистическую обработку данных проводили путем расчетов в Microsoft Excel, а также с использованием специализированной компьютерной программы Statistica 12.0.

**Результаты.** Наложение неблагоприятных факторов внешней среды в критические периоды органогенеза кукурузы в 2012, 2013 годы не могло не сказаться на оценках ОКС и СКС. Несмотря на контрастные условия выращивания, как отмечают некоторые исследователи, все-таки возможно выделить лучшие линии по ряду признаков [6].

Общую комбинационную способность самоопыленных линий определяли по величине оценок эффектов ОКС.

В таблице 1 представлены лучшие самоопыленные линии кукурузы, которые хотя бы по двум годам исследований показали положительные и высокие эффекты ОКС.

Анализ данных самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» показал, что высокой и стабильной оценкой ОКС в 2012 году обладали линии Кр006, Кр0012, Кр0014 и Кр0016, однако только три из этих линий показали такой же результат, линия Кр0014 в 2013 году имела низкую оценку ОКС (-0,55). Результаты изучения эффектов ОКС в 2014 показали совсем иную картину в связи с более благоприятными погодными условиями. Более интенсивные осадки в важные фазы органогенеза растений кукурузы, способствовали раскрытию потенциала многих самоопыленных линий кукурузы изучаемых в опыте. Линии Кр006, Кр007, Кр0010, Кр0014, Кр0015, Кр0016, Кр0018 и Кр0022 имели высокие эффекты ОКС достоверно превосходящие среднее значение.

1.Эффекты ОКС самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна»,  
(Краснодар, 2012 – 2104 гг.)

Название линии	Эффекты ОКС линий, по годам		
	2012	2013	2014
Кр004	0,18	0,43	-0,91
Кр006	0,43	0,29	0,43
Кр007	0,21	-0,20	0,40
Кр0010	0,13	0,23	1,15
Кр0012	0,84	0,51	-0,22
Кр0014	0,79	-0,55	0,56
Кр0015	-0,81	0,28	0,90
Кр0017	0,42	0,57	0,50
Кр0018	-0,80	0,18	0,34
Кр0022	0,24	-0,33	0,58
НСР <sub>05</sub>	0,28	0,27	0,3

По результатам наших исследований выделено две линии кукурузы (Кр006 и Кр0017), ОКС которых была постоянно высокой по всем трем годам изучения. В связи с этим отметим, что эти линии обладают достаточно высокой генетической стабильностью по данному показателю. У линии Кр0010 эффекты ОКС были положительными во все годы изучения, но в 2012 эффект ОКС был средним (0,13) так как не превысил НСР<sub>05</sub> (0,28).

Анализ специфической комбинационной способности представлено в таблице 2. Анализ СКС самоопыленных линий и тестеров кукурузы за 2012 год показал, что высокие константы СКС имели гибридные комбинации: Кр005×Кр627, Кр006×Кр627, Кр0010×Кр627, Кр0014×Кр627, Кр0023×Кр627, Кр0013×Кр640/3, Кр0018×Кр640/3, Кр0020×Кр640/3, Кр0021×Кр640/3, Кр001×Кр73, Кр0016×Кр73, Кр0017×Кр73, Кр0022×Кр73 .

2. Константы и варианты СКС лучших линий кукурузы по признаку «урожайность зерна», (Краснодар, 2012г.)

Родительские формы	Константы СКС ( $S_{ij}$ )			Вариансы СКС ( $\sigma^2Si$ )
	Кр 627	Кр 640/3	Кр 73	
Кр005	0,57	-0,79	0,22	0,47
Кр006	0,81	-0,59	-0,23	0,50
Кр0010	0,98	-0,47	-0,51	0,68
Кр0013	-0,62	0,50	0,12	0,29
Кр0014	0,77	0,13	-0,89	0,67
Кр0015	-0,95	0,19	0,75	0,72
Кр0016	0,25	-1,16	0,92	1,09
Кр0017	-0,74	-0,29	1,03	0,81
Кр0018	-0,99	0,54	0,45	0,70
Кр0020	0,12	1,30	-1,42	1,84
Кр0021	-0,27	0,57	-0,30	0,21
Кр0022	-0,09	-0,47	0,56	0,24
Кр0023	0,92	-0,15	-0,77	0,70
Средняя	-	-	-	0,46
НСР <sub>05</sub>	0,55			

Анализируя полученные результаты, отметим, что существенно высокими вариансами СКС ( $\sigma^2Si$ ) по признаку «урожайность зерна» характеризуются следующие самоопыленные линии: Кр005, Кр006, Кр0010, Кр0014, Кр0015, Кр0016, Кр0017, Кр0018, Кр0020, Кр0023.

Из данных таблицы 3 видно, что высокая специфичность взаимодействия по урожаю зерна в 2013 году имела место в следующих гибридных комбинациях: Кр006×Кр627, Кр007×Кр627, Кр009×Кр627, Кр0022×Кр627, Кр001×Кр640/3, Кр0015×Кр640/3, Кр0016×Кр640/3, Кр0023×Кр640/3, Кр004×Кр73, Кр0017×Кр73, Кр0021×Кр73, Кр0023×Кр73.

3. Константы и варианты СКС лучших линий кукурузы по признаку «урожайность зерна», (Краснодар, 2013 год)

Линии	Константы СКС ( $S_{ij}$ )			Вариансы СКС ( $\sigma^2Si$ )
	Кр 627	Кр 640/3	Кр 73	
Кр001	-0,16	0,59	-0,43	0,25
Кр004	-0,92	0,31	0,60	0,62

Кр006	0,61	-0,49	-0,13	0,29
Кр007	0,75	-0,36	-0,39	0,39
Кр009	0,72	0,39	-1,10	0,91
Кр0015	-0,17	0,52	-0,35	0,19
Кр0016	-0,62	1,12	-0,50	0,91
Кр0017	0,17	-0,70	0,53	0,34
Кр0021	-0,63	-0,27	0,90	0,61
Кр0022	1,01	-1,44	0,42	1,60
Кр0023	-2,53	1,35	1,18	0,78
Средняя	-	-	-	0,49
НСР <sub>05</sub>	0,52			-

К тому же высокая вариация СКС в 2013 году была свойственна линиям: Кр004, Кр009, Кр0016, Кр0021, Кр0022, Кр0023.

4. Константы и вариации СКС лучших линий кукурузы по признаку «урожайность зерна», (Краснодар, 2014 г.)

Линии	Константы СКС ( $S_{ij}$ )			Вариации СКС ( $\sigma^2 S_i$ )
	Кр 627	Кр 640/3	Кр 73	
Кр001	0,66	-0,79	0,13	0,50
Кр006	1,56	-0,73	-0,83	1,80
Кр0010	0,76	0,08	-0,84	0,61
Кр0011	0,46	-1,34	0,88	1,34
Кр0014	1,13	0,11	-1,24	1,37
Кр0017	-0,57	-1,12	1,68	0,65
Кр0018	-0,94	0,72	0,22	0,70
Кр0020	-0,29	0,82	-0,53	0,48
Кр0022	-0,92	1,13	-0,21	1,04
Кр0023	-0,85	-0,13	0,98	0,82
Средняя	-	-	-	0,43
НСР <sub>05</sub>	0,61			-

Так как 2014 год характеризовался более благоприятными погодными условиями для роста и развития растений кукурузы, то и картина анализа специфической способности родительских форм отличалась от предыдущих лет. Высокие константы СКС (табл. 4) имели следующие гибридные комбинации: Кр001×Кр627, Кр006×Кр627, Кр0010×Кр627, Кр0014×Кр627, Кр0018×Кр640/3, Кр0020×Кр640/3, Кр0022×Кр640/3, Кр0011×Кр73, Кр0017×Кр73, Кр0023×Кр73. Все линии, представленные в таблице 4, имели высокие вариации СКС в год исследований.

**Заключение.** На основании полученных результатов были выделены самоопыленные линии кукурузы Кр006 и Кр0017 с высокими эффектами ОКС по всем трем годам исследований.

Оценка эффектов СКС позволила выделить линии Кр006 и Кр0023 с высокими вариансами СКС, что в свою очередь способствовало идентифицировать дальнейшие направления использования этих линий. В связи с этим данные самоопыленные линии рекомендуются для селекции простых гибридов, так как они могут дать выдающиеся комбинации с какой-либо другой особью.

Высокие константы СКС за три года испытаний были отмечены у гибридных комбинаций Кр006×Кр627, Кр0014×Кр627, Кр0022×Кр627, Кр0016×Кр640/3, Кр0020×Кр640/3, Кр0022×Кр640/3, Кр0023×Кр640/3, Кр0017×Кр73, Кр0023×Кр73. Поэтому данные гибриды кукурузы рекомендованы для дальнейшего изучения в конкурсном сортоиспытании.

Более тщательный анализ полученных результатов позволил выявить линии с высокими эффектами ОКС и вариансами СКС одновременно (Кр004, Кр0010, Кр0014, Кр0016, Кр0018).

Таким образом, данные, полученные в ходе изучения ОКС и СКС нового исходного материала, свидетельствуют о высокой результативности проделанной работы и представляют большой интерес для гетерозисной селекции кукурузы.

#### Литература

1. Перспективная ресурсосберегающая технология производства кукурузы на зерно: метод. рек. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 72 с.
2. *Нужная, Л.П.* Комбинационная способность раннеспелых линий кукурузы / Л.П. Нужная, С.И. Мустяца // Селекционно-генетические исследования кукурузы и сорго в Молдавии. - Кишинев, 1989. – С. 11-19.
3. *Пакудин, В.З.* Оценка комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы в диаллельных скрещиваниях / В.З. Пакудин // Вопросы селекции зерновых, зернобобовых культур и трав: Сб. науч. тр. / Краснодарский НИИСХ. – Краснодар, 1977. –Вып. XIV. – С. 125-140.
4. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ видов *Zea Mays L.* СССР. – Ленинград, 1977. –80 с.
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. *Сотченко, В. С.* Сравнительная оценка методов изучения комбинационной способности линий кукурузы: Автореферат диссертации кандидата с.-х. наук. – Л., 1970.

#### Literature

1. Perspective resource saving technology of production of maize for grain: methodical recommendations. – М.: FSSI “RusInfoAgroTech”, 2009. – 72p.
2. *Nuzhnaya, L.P.* Combinative ability of early maturing lines of maize / L.P. Nuzhnaya, S.I. Mustyatsa // Selection and genetics of maize and sorghum in Moldova. – Kishinev, 1989. – P. 11-19.
3. *Pakudin, V.Z.* Assessment of combining ability of self-pollinated lines of maize in diallel crossings / V.Z. Pakudin // Questions of selection of grain, leguminous crops and grasses: col. of scient. papers of Krasnodar RIA. – Krasnodar, 1977. – Iss.XIV.– P. 125-140
4. A wide unified classifier of COMECON (CMEA) and International Classifier of COMECON of ZeaMays L., USSR. – Leningrad, 1977. – 80 p.
5. *Savchenko, V.K.* Methods of assessment of combining ability of genetically different sets of parent forms / V.K. Savchenko // Methods of genetically-breeding and genetic experiments. – Minsk, 1973. – P. 48-77.
6. *Sotchenko, V.S.* Comparative assessment of the methods of study of combining ability of maize lines: Synopsis on scientific degree of candidate of Agricultural sciences competition.– Л., 1970.