

КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ КУКУРУЗЫ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Зайцев Сергей Александрович, главный научный сотрудник ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», zea_mays@mail.ru

***Аннотация:** в статье приведены данные по изучению комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы при различных условиях выращивания. Данный способ позволяет получить наиболее точную информацию об общей и специфической комбинационной способности линий и выделить наиболее перспективные из них.*

***Ключевые слова:** кукуруза, линия, ОКС, урожайность*

Современная селекция гибридов кукурузы основана на использовании эффекта гетерозиса, который проявляется при определенном уровне гетерозиготности и благоприятном сочетании компонентов скрещивания [1]. Успех улучшения кукурузы путем селекции определяется, в основном, генофондом самоопыленных линий, обладающих комплексом селекционных признаков и свойств, в первую очередь высокой урожайности. Повышению эффективности гибридизации может способствовать использование в качестве компонентов скрещивания линий с высокой комбинационной способностью по основным хозяйственным признакам. В селекционной практике важное значение имеет отбор не только по признакам и свойствам исходного материала, но и по высокой комбинационной способности используемых форм [2, 3]. Оценка комбинационной способности является одним из наиболее распространенных и эффективных методов генетического анализа исходного селекционного материала. Подбор самоопыленных линий с высокой комбинационной способностью имеет важное значение, так как позволяет сконцентрировать усилия на работе с перспективными формами [4]. Анализ результатов комбинационной способности позволяет организовать работу с перспективными родительскими линиями и подобрать компоненты для получения новых высокогетерозисных гибридов. Использование диаллельной схемы скрещиваний, по сравнению с другими методами изучения комбинационной способности более трудоемко. Однако, данный способ позволяет получить наиболее точную информацию об общей и специфической комбинационной способности [5].

Материалы и методы

Полевые опыты проводили в 2016–2019 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур *и методикой полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985.)*. Климат региона характеризуется как резко континентальный. ГТК в 2016 г. - 0,48, в 2017 г. - 1,05, в 2018 г. – 0,61, в 2019 г. – 0,56. Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднемогущий тяжелосуглинистый.

В эксперимент включены простые гибриды (28 комбинации), полученные по диаллельной схеме 8 гомозиготных линий (метод 2, модель 1 Гриффинга). Густота стояния растений (15, 35, 55, 75 тыс. растений/га) формировалась вручную в фазу 3–5 листьев. Учетная площадь делянки 7,7 м²; длина делянки 5,5 м. Агротехника возделывания включала вспашку (на 23 см), весеннее боронование (БЗСС-1), культивацию (КПС-4), посев кассетной сеялкой СКС-6-10, 2 междурядные обработки (КРН-2,8). Под предпосевную культивацию вносили гербицид гезагард (3,0 л/га), а в фазу 3–5 листьев – препарат Титус (40 г/га) + Тренда 90 (200 мл/га) (опрыскиватель ОНШ-600). Расход рабочей жидкости – 250 л/га.

Результаты. В 2016-2019 гг. средняя урожайность зерна у самоопыленных линий варьировала от 1,08 т/га до 2,93 т/га (таблица 1). Среднегрупповые значения гибридов изменялись в пределах от 2,07 т/га до 4,99 т/га. Наблюдается тенденция увеличения урожайности зерна у линий при повышении числа растений 1,5 шт./м² до 7,5 м², а гибридов выше урожайность при 5,5 шт./м². Ранжирование по урожайности зерна позволило выявить определенную стабильность в зависимости от условий выращивания у линий РН 26, Мк 130У, РСК 7, а также расположить их в зависимости от средней урожайности в следующей последовательности: МК 130 У < МК 11 < РН26 < Х46 < Ук12Д2, РСК 25 < Ом 255 < РСК 7.

Таблица 1 - Влияние густоты стояния на урожайность зерна самоопыленных линий и гибридов кукурузы, т/га, среднее за 2016-2019 г.

Линия (фактор В)	Р*				F ₁ *			
	Густота, тыс.растений/га (фактор А)							
	15	35	55	75	15	35	55	75
РН26	0,97	1,97	2,63	2,98	2,00	4,15	5,04	5,05
МК 130 У	0,88	1,89	2,45	2,80	2,07	4,13	4,93	4,84
МК 11	1,20	1,88	2,65	2,60	2,24	4,48	5,45	5,22
Ук12Д2	1,03	2,10	2,60	3,03	1,99	4,01	4,87	4,78
РСК 25	1,05	1,84	2,55	3,30	2,08	4,08	4,93	4,95
Ом 255	1,27	2,17	2,57	2,97	2,06	4,01	4,74	4,67
Х46	1,11	2,09	2,81	2,70	1,99	3,89	4,74	4,72
РСК 7	1,17	2,29	3,00	3,04	2,17	4,34	5,20	4,96
Среднее значение	1,08	2,03	2,66	2,93	2,07	4,14	4,99	4,90

*Примечание: Р – среднее значение самоопыленной линии, F₁ – среднегрупповое значение гибридов

Ранжирование по среднегрупповым показателям при различной густоте стояния выявило относительную стабильность у гибридов, включающих в родословную линии Мк130У, Мк 11, Х46, РСК 7. Среднегрупповые показатели урожайности гибридов позволили расположить исходные компоненты в

следующем порядке: X46 < Ом255 < Ук12д2 < Мк130У < РСК25 < РН26 < РСК7 < Мк11.

Дисперсионный анализ комбинационной способности линий кукурузы по урожайности зерна при различном количестве растений на 1 га позволил рассчитать средние квадраты (табл. 1). Отношения средних квадратов ОКС и СКС меньше 1, что указывает на преобладание доминантных эффектов генов в контроле признака.

Таблица 2 - Значения средних квадратов дисперсионного анализа комбинационной способности по урожайности зерна растений, среднее за 2016-2019 гг.

Средний квадрат	Густота стояния, тыс. растений/га			
	15	35	55	75
ОКС	0,09	0,36	0,60	0,50
СКС	0,29	1,18	1,60	1,68
ОКС/СКС	0,32	0,31	0,37	0,30

Самоопыленные линии отличаются варьированием оценок эффектов комбинационной способности в зависимости от генотипа и условий исследований. В тоже время выделены линии, у которых проявляются достаточно высокие эффекты ОКС при различных условиях выращивания.

Таблица 3 - Эффекты ОКС и дисперсия СКС по урожайности зерна самоопыленных линий кукурузы, среднее за 2016-2019 гг.

Линия	ОКС				СКС			
	Густота, тыс.растений/га (фактор А)							
	15	35	55	75	15	35	55	75
РН26	-0,05	-0,02	0,02	0,11	0,08	0,36	0,62	0,99
МК 130 У	-0,04	-0,04	-0,09	-0,11	0,10	0,42	0,55	0,54
МК 11	0,15	0,22	0,35	0,18	0,14	0,57	0,81	1,12
Ук12Д2	-0,09	-0,07	-0,09	-0,02	0,09	0,24	0,29	0,32
РСК 25	0,00	-0,02	-0,05	0,05	0,09	0,34	0,36	0,56
Ом 255	-0,01	-0,09	-0,20	-0,14	0,13	0,30	0,39	0,51
X46	-0,05	-0,17	-0,15	-0,14	0,08	0,26	0,36	0,72
РСК 7	0,09	0,19	0,22	0,07	0,12	0,40	0,49	0,62
НСР (ОКС линий)	0,08	0,15	0,21	0,31				

Результаты анализа ОКС и СКС самоопыленных линий кукурузы, проведенного по диаллельной схеме, указывают на высокие значения эффектов ОКС высоким у линий Мк11, РСК7 при густоте стояния 15, 35 и 55 тыс. раст./га. Низкий эффект ОКС отмечен у линии Ук12Д2 при густоте стояния растений 15 раст./га, а также у линии X 46 при густоте стояния 35 тыс. раст./га. Остальные линии характеризовались средним эффектом ОКС. Относительно высокая дисперсия СКС отмечена у линий Мк11, РСК 7, РН 26. Анализ данных указывает на то, что степень силы проявления эффектов ОКС и дисперсии СКС, в некоторой степени изменяется под воздействием условий выращивания.

Таблица 4 – Эффекты СКС по урожайности зерна гибридов кукурузы, 2016-2019 гг.

гибрид	Густота, тыс.растений/га (фактор А)			
	15	35	55	75
РН26/МК 130 У	0,27	0,62	0,66	0,30
РН26/МК 11	0,19	0,86	1,15	1,71
РН26/Ук12Д2	0,34	0,68	0,62	0,39
РН26/РСК 25	0,13	0,30	0,79	0,93
РН26/Ом 255	0,10	0,49	0,29	0,18
РН26/Х46	0,21	0,35	-0,04	-0,10
РН26/РСК 7	0,28	0,05	0,25	0,21
МК 130 У/ МК 11	0,14	0,62	0,98	1,13
МК 130 У Ук12Д2	0,18	0,29	0,35	0,23
МК 130 У РСК 25	0,38	0,56	0,42	0,30
МК 130 У Ом 255	0,26	0,28	0,35	0,10
МК 130 У Х46	0,15	0,26	0,53	0,89
МК 130 У РСК 7	0,39	0,80	0,30	0,10
МК 11/Ук12Д2	0,09	0,30	0,65	0,41
МК 11/РСК 25	0,21	0,72	0,24	-0,38
МК 11/Ом 255	0,43	0,67	0,69	0,48
МК 11/Х46	0,22	0,56	0,44	0,41
МК 11/РСК 7	0,58	0,77	0,79	0,71
Ук12Д2/РСК 25	0,39	0,49	0,45	0,40
Ук12Д2/Ом 255	0,05	0,22	0,33	0,17
Ук12Д2/Х46	0,13	0,41	0,58	0,71
Ук12Д2/РСК 7	0,10	0,46	0,31	0,52
РСК 25/Ом 255	-0,01	0,00	0,14	0,98
РСК 25/Х46	0,17	0,28	0,45	0,35
РСК 25/РСК 7	0,30	0,54	0,63	0,28
Ом 255/Х46	0,43	0,39	0,21	0,01
Ом 255/РСК 7	0,12	0,61	0,90	0,69
Х46/РСК 7	-0,04	0,27	0,55	0,79

Для выявления лучших конкретных комбинаций были вычислены константы специфической комбинационной способности линий кукурузы. Анализ показал определённую тенденцию проявления эффекта СКС в некоторых комбинациях. Эффекты СКС у гибридов кукурузы варьируют в зависимости от условий. Относительно высокие эффекты СКС выявлены в комбинациях: РН 26/Мк11 (0,23-1,79), Мк130У/Мк11 (0,16-1,25), Мк130У/Х46 (0,17-0,89), Мк11/РСК7 (0,56-0,91), Х46/РСК7 (0,45-0,92).

Заключение. Отношения средних квадратов ОКС и СКС указывают на преобладание доминантных эффектов генов в контроле признака независимо от изменения густоты стояния растений. Однако, степень силы проявления эффектов ОКС и дисперсии СКС, в некоторой степени изменяется под воздействием условий выращивания. Отмечены линии Мк11, РСК7 с высокими значениями эффектов ОКС при густоте стояния 15, 35 и 55 тыс. раст./га, что позволяет

использовать данные линии при селекции гибридов пластичных и адаптированных к различным условиям возделывания.

Библиографический список

1. Капустян М.В. Анализ комбинационной способности новых линий кукурузы различного происхождения в тестерных скрещиваниях / Капустян М.В., Чернобай Л.Н., Сикалова Е.В. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 62-66.
2. Зайцев С.А. Оценка в диаллельных скрещиваниях ОКС и СКС кремнистых и зубовидных линий кукурузы // Селекция гибридов кукурузы для современного семеноводства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства 24–25 августа, 2016. С.345-349
3. Кибальник О.П., Эльконин Л.А. Влияние разных типов стерильных цитоплазм (а3, а4, 9е) на комбинационную способность цмс-линий сорго // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020. – Т. 24. № 6. С. 549-556.
4. Жужукин В.И., Зайцев С.А., Волков Д.П., Гудова Л.А. Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных скрещиваниях по высоте прикрепления початка // Успехи современного естествознания. – 2018. –№ 10 – с. 50-55.
5. Новичихин А.П. Изучение комбинационной способности новых раннеспелых линий кукурузы / Новичихин А.П., Лемешев Н.А., Гульяшкин А.В. // Рисоводство. 2019. № 1 (42). С. 54-57.

COMBINATION ABILITY OF CORN UNDER DIFFERENT GROWING CONDITIONS

Zaytsev Sergey Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”. Russia.

Abstract: The article provides data on the study of the combinational ability of self-pollinated corn lines under various growing conditions. This method allows you to obtain the most accurate information about the general and specific combining ability of lines and to highlight the most promising of them.

Key words: corn, line, GCS, yield