

КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ НОВЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ПО УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА И СОСТАВЛЯЮЩИМ ЕЕ КОМПОНЕНТАМ

Г. Я. Кривошеев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;
А. С. Игнатьев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ignatv1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Важнейший показатель ценности исходного материала при селекции на гетерозис – его комбинационная способность. Цель исследований – изучение комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы по урожайности зерна и основным ее составляющим компонентам. Исследования проведены в 2021–2023 гг. в ФГБНУ «АНЦ» «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области, характеризующейся неустойчивым увлажнением. В качестве объекта исследований послужили 9 новых константных самоопыленных линий кукурузы и линия RD 329, использованная в качестве стандарта. Объектом исследований также взяты три тестера – простых гибрида кукурузы: Кросс 1, Кросс 2, Кросс 3 и 30 новых тесткроссных гибридов кукурузы. Выделены новые высокогетерозисные гибриды кукурузы Кросс 1×Сл 303 (5,05 т/га), Кросс 1×Сл 308 (4,75 т/га), Кросс 1×Сл 309 (4,84 т/га), представляющие практический интерес. Выявлены новые самоопыленные линии Сл 303 ($g_i = 0,56$), Сл 308 ($g_i = 0,43$) и Сл 309 ($g_i = 0,47$) с высокой комбинационной способностью по признаку «урожайность зерна», которые рекомендуется использовать в программах скрещиваний. Самоопыленные линии с высокой ОКС по урожайности зерна, как правило, имели более высокую ОКС по признакам продуктивности: «количество зерен на початке», «масса 1 початка» и «количество початков на растении». Это способствовало завязываемости у тесткроссных гибридов кукурузы большого количества зерен на початке (623–655 шт.), формированию початков с большой массой (131–147 г), отсутствию бесплодных растений в засушливых условиях. Комбинационная способность по признаку «масса 1000 зерен» не влияла на урожай тесткроссных гибридов в засушливых условиях. Использование самоопыленных линий с высокими значениями признаков продуктивности и передающими высокие значения гибридам позволило создать новые урожайные гибридные комбинации.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays* L.) тесткроссные гибриды, самоопыленные линии, комбинационная способность, оценки эффектов ОКС.

Для цитирования: Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Комбинационная способность новых линий кукурузы по урожайности зерна и составляющим ее компонентам // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 5. С. 33–39. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-94-5-33-39.



COMBINING ABILITY OF NEW MAIZE LINES ACCORDING TO GRAIN PRODUCTIVITY AND ITS COMPONENTS

G. Ya. Krivosheev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;
A. S. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, ignatv1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600
FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Russia, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The most important indicator of the initial material's value in breeding for heterosis is its combining ability. The purpose of the current work was to study the combining ability of new self-pollinated maize lines according to grain productivity and its main components. The study was conducted at the FSBSI “ARC “Donskoy”, located in the southern part of the Rostov region with unstable moisture, in 2021–2023. The objects of the studies were 9 new constant self-pollinated maize lines and the line ‘RD 329’, used as a standard. The objects of the studies were also 3 testers, simple maize hybrids ‘Kros 1’, ‘Kros 2’, ‘Kros 3’ and 30 new test-cross hybrids of maize. There have been identified new highly heterotic maize hybrids of practical interest ‘Kros1×SI 303’ (5.05 t/ha), ‘Kros1×SI 308’ (4.75 t/ha), ‘Kros1×SI 309’ (4.84 t/ha). There have been identified new self-pollinated lines ‘SI 303’ ($g_i = 0.56$), ‘SI 308’ ($g_i = 0.43$) and ‘SI 309’ ($g_i = 0.47$) with high combining ability according to the trait ‘grain productivity’ and are recommended for use in programs of hybridization. Self-pollinated lines with high GCA according to grain productivity, as a rule, had higher GCA for such productivity traits as ‘a number of grains per ear’, ‘one ear weight’ and ‘a number of ears per plant’. This contributed to the formation of a large number of grains per ear in test-cross maize hybrids (623–655 pcs.), the formation of ears with a large weight (131–147 g), and the absence of sterile plants in dry conditions. The combining ability according to the trait ‘1000-grain weight’ had no effect on productivity of test-cross hybrids in dry conditions. The use of self-pollinated lines with high values of productivity traits and transmitting high values to hybrids made it possible to develop new productive hybrid combinations.

Keywords: maize (*Zea mays* L.), testcross hybrids, self-pollinated lines, combining ability, estimation of GCA effects.

Введение. Кукуруза относится к тем сельскохозяйственным культурам, у которых преимущество гибридов над сортами неоспоримо. Доказано, что гибриды кукурузы по сравнению с сортами более урожайны, технологичны в уборке и, как правило, более устойчивы к биотическим и абиотическим стресс-факторам внешней среды. В связи с этим работа селекционеров направлена на создание высокогетерозисных гибридов кукурузы. Как следствие, одна из важнейших задач – создание и подбор исходного материала, при скрещивании которого в гибридах проявляются высокие значения хозяйственных признаков, и прежде всего урожайности зерна. Такое свойство называют комбинационной способностью.

Для самоопыленных линий кукурузы, которые являются родительскими формами гибридов, именно их комбинационная способность служит основным критерием отбора для использования в дальнейшей работе (Кагермезов и др., 2022).

Отечественные селекционеры используют результаты оценки комбинационной способности с целью выделения перспективных линий для селекции на гетерозис. Применяются различные методы, чаще система диаллельных или топкроссных скрещиваний (Зайцев, 2020).

Об изучении самоопыленных линий на общую комбинационную способность методом топкроссов сообщают исследователи (Лемешев и др., 2019). При этом они говорят о необходимости тщательного подбора тестеров.

Несомненно, комбинационная способность самоопыленных линий по урожайности зерна – важнейший показатель их ценности. Однако представляет интерес комбинационная способность по другим признакам, например, селекционеры (Орлянская и др., 2022) придают особое значение комбинационной способности по признаку «уборочная влажность зерна».

Для расширения генетической базы исходного материала, используемого в селекции кукурузы, необходим поиск новых источников селекционно-ценных признаков. Оценка их по комбинационной способности позволяет судить о практической ценности этих источников (Хатефов и др., 2018, Кривошеев и Игнатьев, 2023).

Зарубежные исследователи придают особое значение отбору исходного материала на основе его комбинационной способности (Hisse, 2022).

По утверждению Fan et al. (2018), повышению эффективности селекционного процесса способствует именно оценка комбинационной способности исходного материала.

По сведениям зарубежных (Rahimi Jahangirlou et al., 2021) и отечественных исследователей (Хатефов и др., 2018), элементы структуры урожая зерна – масса початка, количество зерен на початке, параметры початка

и др. – влияли на урожайность зерна гибридов кукурузы.

Сочетание высоких значений признаков продуктивности у гибридов повышает их урожайность (Кривошеев и Игнатьев, 2017).

Учитывая, что продуктивность гибридов кукурузы зависит от компонентов, составляющих урожай зерна, практический интерес может представлять информация о том, какие линии передают гибридам высокие значения признаков продуктивности и какие из них влияют на формирование высокого урожая зерна в засушливых условиях.

Цель исследований – изучение комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы по урожайности зерна и основным ее составляющим компонентам.

Материалы и методы исследований.

Исследования проведены в 2021–2023 гг. в ФГБНУ «АНЦ» «Донской» в лаборатории селекции и семеноводства кукурузы. Почвенный покров опытного участка представлен черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым с мощным гумусовым слоем (до 120 см) и содержанием гумуса 3,3 %.

Погодные условия в годы проведения эксперимента характеризовались как засушливые, но различной степени засушливости: средnezасушливые – 2021 и 2023 гг., остроzасушливый – 2022 год. В 2021 г. за период вегетации кукурузы выпало 244,6 мм атмосферных осадков (108,5 %) к среднемноголетней норме 225,5 мм, ГТК составил 0,83. В 2022 г. количество атмосферных осадков оказалось значительно меньше – 132,1 мм (58,6 %) к среднемноголетней норме, ГТК – 0,43. В 2023 г. осадков выпало примерно на уровне среднемноголетней нормы – 218,2 мм, ГТК составил 0,83.

В качестве объекта исследований выступали 9 новых константных самоопыленных линий кукурузы и линия RD 329, изученная в предыдущие годы и использованная в качестве стандарта, а также 30 новых тесткроссных гибридов кукурузы, полученных от скрещивания линий с тестерами Кросс 1, Кросс 2 и Кросс 3. В качестве исходного материала для создания новых линий использованы специально созданные гибридные комбинации. Гибриды кукурузы изучены по урожайности зерна и элементам ее структуры – взаимодополняющим друг друга признакам: «количество зерен на початке» и «масса 1000 зерен», «масса 1 початка» и «количество початков на 1 растении».

Оценка общей комбинационной способности (ОКС) проведена методом полных топкроссов (Вольф и Литун, 1980).

Результаты и их обсуждение. В 2020 г. выполнены скрещивания десяти самоопыленных линий кукурузы с тремя тестерами – специально подобранными гибридами Кросс 1, Кросс 2 и Кросс 3. Получено 30 новых тесткроссных гибридов, которые были изучены в 2021–2023 гг. (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность зерна тесткроссных гибридов кукурузы (2021–2023 гг.)
Table 1. Grain productivity of test-cross maize hybrids (2021–2023)

Линия	Тестеры			Среднее
	Кросс 1	Кросс 2	Кросс 3	
RD 329, st	4,48	3,52	4,32	4,11
Сл 301	3,62	3,24	3,43	3,43
Сл302	3,61	3,0	3,74	3,45
Сл 303	5,05	4,14	4,54	4,58
Сл 304	3,76	3,33	3,26	3,45
Сл 305	4,59	3,40	4,24	4,08
Сл 306	4,11	4,95	4,20	4,09
Сл 307	4,07	3,93	4,29	4,10
Сл 308	4,75	4,27	4,34	4,45
Сл 309	4,84	4,22	4,42	4,49
Среднее	4,29	3,70	4,08	4,02
НСР _{0,5}	0,33	–	–	–

Средняя урожайность по опыту составила 4,02 т/га. Однако она сильно различалась по гибридам (от 3,00 до 5,05 т/га). Средняя урожайность по тесткроссам линий значительно варьировала: от 3,43 до 4,58 т/га, средняя урожайность по тесткроссам тестеров варьировала от 3,70 до 4,29 т/га.

Выделены новые высокогетерозисные гибридные комбинации, полученные от скрещивания новых линий и тестера Кросс 1: Кросс 1×Сл 303 (5,05 т/га), Кросс 1×Сл 309 (4,84 т/га), Кросс 1×Сл 308 (4,75 т/га). Наиболее урожайная гибридная комбинация с тестером Кросс 2 (Кросс 2×Сл 308) сформировала урожай зерна 4,27 т/га, с тестером Кросс 3 (Кросс 3×Сл 303) – 4,54 т/га.

Оценка комбинационной способности самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» в системе полных топкроссных скрещиваний позволила дифференцировать их по ценности для селекции на гетерозис. Самоопыленная линия RD 329, которая в предыдущие годы оценивалась и показала хорошую комбинационную способность, была взята в качестве стандарта. Показателем общей комбинационной способности служат оценки эффектов ОКС (gi), рассчитанные методом полных топкроссов. Стандартная линия имела средние оценки эффектов ОКС ($g_i = 0,09$), что позволило отнести ее ко второму (среднему рангу) по ОКС (табл. 2).

Таблица 2. Оценки эффектов ОКС (gi) по урожайности зерна линий кукурузы и ранги по ОКС (2021–2023 гг.)

Table 2. Estimation of GCA' effects (gi) on grain productivity of maize lines and GCA ranks (2021–2023)

Линии	Оценки эффектов ОКС(gi)	Ранги по ОКС
RD 329, st	0,09	II
Сл 301	-0,59	III
Сл302	-0,57	III
Сл 303	0,57	I
Сл 304	-0,59	III
Сл 305	0,05	II
Сл 306	0,06	II
Сл 307	0,07	II
Сл 308	0,43	I
Сл 309	0,47	I
НСР _{0,5}	0,16	–

Выделены новые самоопыленные линии Сл 303, Сл 308 и Сл 309 с высокими оценками (соответственно $g_i = 0,56$, $g_i = 0,43$ и $g_i = 0,47$), что соответствует высокой ОКС (первый ранг). Эти линии превосходят по комбинационной способности стандарт, целесообразно максимальное их использование в дальнейших программах скрещиваний. Именно с участием этих линий получены высокогетерозисные гибридные комбинации.

Ко второму рангу по ОКС отнесены новые самоопыленные линии Сл 305 ($g_i = 0,05$), Сл 306

($g_i = 0,06$), Сл 307 ($g_i = 0,07$). Вероятность получения высокоурожайных комбинаций ниже у этих линий, чем у линий, отнесенных к первому рангу. Тем не менее такая возможность имеется. Подтверждением этому служит получение высокоурожайной гибридной комбинации Кросс 1 × Сл 305 (4,59 т/га). Поэтому отказываться от дальнейшего использования их в скрещиваниях неоправданно, но, как правило, линии, отнесенные ко второму рангу, в скрещиваниях применяют в меньших объемах, чем линии первого ранга.

Новые самоопыленные линии, показавшие низкую комбинационную способность – Сл 301 ($g_i = -0,59$), Сл 302 ($g_i = -0,57$), Сл 304 ($g_i = -0,57$) – и существенно уступавшие стандартной линии RD 329 по этому показателю, не представляют ценности для гетерозисной селекции. Такие линии целесообразно выбраковывать.

Формирование высокого урожая зерна у гибридов кукурузы происходило благодаря наличию высоких значений компонентов урожая. По влиянию на увеличение урожайности зерна признаки продуктивности различались.

Важнейшими компонентами урожайности зерна кукурузы считаются взаимодополняющие признаки: «количество зерен на початке» и «масса 1000 зерен», «масса 1 початка» и «количество початков на 1 растении» (Кривошеев и Игнатьев, 2018).

Результаты структурного анализа тест-кроссных гибридов кукурузы свидетельствуют о разнообразии их по взаимодополняющим признакам «количество зерен на початке» и «масса 1000 зерен» (табл. 3).

Таблица 3. Количество зерен на початке и масса 1000 семян у тест-кроссных гибридов кукурузы (2021–2023 гг.)
Table 3. A number of grains per ear and 1000-grain weight of test-cross maize hybrids (2021–2023)

Линии	Количество зерен на початке, шт.				Масса 1000 семян, г			
	тестеры			среднее	тестеры			среднее
RD 329, st	535	510	523	523	257	265	244	256
Сл 301	536	506	514	518	303	315	307	308
Сл302	504	421	460	461	191	228	180	200
Сл 303	655	594	617	622	251	268	242	224
Сл 304	541	562	546	550	254	272	244	257
Сл 305	621	604	624	617	240	255	230	242
Сл 306	514	495	504	505	320	351	305	325
Сл 307	541	513	532	529	306	321	274	300
Сл 308	623	613	622	620	227	248	208	228
Сл 309	644	604	630	626	242	256	232	244
Среднее	571	542	557	570	260	278	247	262
НСР _{0,5}	–	–	–	28	–	–	–	25

Количество зерен на початке варьировало от 421 до 655 шт. в зависимости от гибридной комбинации. Величина признаков зависела от составляющих гибридов линий и тестеров. Так, среднее значение признака «количество зерен на початке» по тестерам варьировало от 542 до 571 шт., по линиям – от 461 до 626 шт. Максимальное количество зерен на початке (623–655 шт.) имели самые урожайные гибриды, полученные от скрещивания линий Сл 303, Сл 308, и Сл 309 с тестером Кросс 1.

Масса 1000 зерен варьировала по гибридам от 180 до 356 г. Среднее значение признака

изменялось по тестерам от 247 до 278 г, по линиям – от 200 до 308 г при среднем значении 256 г у стандарта.

Отмеченные ранее наиболее урожайные гибридные комбинации не выделялись по крупности зерна: имели средние значения массы 1000 зерен (227–251 г).

Новые тест-кроссные гибриды характеризовались разнообразием по другой паре взаимодополняющих признаков – «масса 1 початка» и «количество початков на 1 растении» (табл. 4).

Таблица 4. Масса 1 початка и количество початков на 1 растении у тест-кроссных гибридов кукурузы (2021–2023 гг.)
Table 4. One ear weight and a number of ears per plant in test-cross maize hybrids (2021–2023)

Линии	Масса 1 початка, г				Количество початков на 1 растении, шт.			
	тестеры			среднее	тестеры			среднее
RD 329, st	96	93	97	95	1,03	1,05	1,03	1,04
Сл 301	97	86	98	93	0,97	0,93	0,92	0,94
Сл302	90	84	91	88	0,91	0,79	0,84	0,85
Сл 303	136	128	134	133	1,06	1,03	1,06	1,05
Сл 304	84	79	88	84	0,91	0,87	0,92	0,90
Сл 305	117	93	109	106	0,93	0,92	0,92	0,92
Сл 306	133	116	115	121	1,01	1,01	1,00	1,01
Сл 307	119	94	112	108	1,00	1,02	0,99	1,00
Сл 308	146	141	153	147	1,26	1,16	1,22	1,21
Сл 309	131	95	119	115	1,17	1,15	1,20	1,17
Среднее	115	111	112	109	1,04	0,99	1,01	1,01
НСР _{0,5}	–	–	–	9,0	–	–	–	0,3

Масса 1 початка варьировала по гибридам от 79 до 153 г, что также зависело от составляющих комбинацию линий и тестеров. По тестерам среднее значение признака изменялось от 111 до 115 г, по линиям – от 84 до 147 г, по стандартной линии – 95 г. Все гибриды, отмеченные как лучшие по урожайности зерна, имели крупные початки (131–147 г).

По количеству початков, приходящихся на 1 растение, новые гибридные комбинации различались между собой в меньшей степени. Но все же различие отмечалось: минимальное значение – 0,79 шт., максимальное – 1,26 шт. У некоторых гибридных комбинаций имелись бесплодные растения (количество початков на 1 растении менее 1,0). Это объясняется за-

сушливостью лет проведения эксперимента. У наиболее урожайных гибридных комбинаций бесплодные растения отсутствовали. Максимальное количество початков, приходящихся на 1 растение (1,26 шт.), выявлено у высокоурожайного гибрида Кросс 1 × Сл 308. В среднем по тестерам варьирование по количеству початков было незначительным (0,99–1,04 шт.), а в среднем по линиям значительным – от 0,85 до 1,21 шт., значение у стандартной линии – 1,04 шт.

Оценка самоопыленных линий по комбинационной способности признаков продуктивности позволила дифференцировать и ранжировать их по этим признакам (табл. 5).

Таблица 5. Оценки эффектов ОКС (gi) и ранги ОКС компонентов урожайности зерна линий кукурузы (2021–2023 гг.)
Table 5. Estimation of GCA' effects (gi) and GCA ranks of the components of grain productivity of maize lines (2021–2023)

Линии	Оценки эффектов ОКС (gi)				Ранги ОКС			
	Количество зерен на початке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса початка, г	Количество початков на 1 растении, шт.	Количество зерен на початке	Масса 1000 зерен	Масса початка	Количество початков на 1 растении
RD 329, st	-34,3	-5,6	-13,7	-0,024	III	II	III	II
Сл 301	-38,6	46,7	-15,5	-0,075	III	I	III	III
Сл302	-95,6	-61	-21,0	-0,163	III	III	III	III
Сл 303	64,9	-7,3	23,4	0,037	I	III	I	I
Сл 304	-6,8	-4,5	-25,3	-0,113	II	II	III	III
Сл 305	59,5	-19,6	-2,7	-0,090	I	III	II	III
Сл 306	-52,5	63,9	12,2	0,030	III	I	I	II
Сл 307	-28,3	39	-0,63	-0,008	III	I	II	II
Сл 308	62,7	-33,3	37,6	0,198	I	III	I	I
Сл 309	68,4	-17,9	5,59	0,161	I	III	I	I
НСР _{0,5}	7,4	6,5	4,12	0,036	–	–	–	–

Сопоставление данных таблицы 5 с данными предыдущих таблиц позволило проанализировать влияние признаков на формирование высокого урожая зерна у тесткроссных гибридов. Как было ранее отмечено, высокой комбинационной способностью по признаку «урожайность зерна» отличалась новая самоопыленная линия Сл 303, с ее участием получены высокогетерозисные тесткроссные гибриды. Эта линия характеризовалась высокой комбинационной способностью по трем элементам продуктивности из четырех изученных: количество зерен на початке (gi = 64,9), масса початка (gi = 23,4), количество початков на 1 растении (gi = 0,037). То есть благодаря высокой комбинационной способности линии по этим признакам продуктивности тесткроссные гибриды, как правило, имели высокие их значения и формировали высокий урожай зерна.

Другая комбинационно-ценная линия по урожайности зерна – Сл 308 характеризовалась высокой ОКС по признакам: количество зерен на початке (gi = 62,7), масса початка (gi = 37,6) и количество початков на растении (gi = 0,198). Благодаря высоким значениям

именно этих признаков у тесткроссных гибридов сформирован высокий урожай зерна.

У новой самоопыленной линии Сл 309 с высокой ОКС по урожаю зерна также выявлены высокие оценки эффектов ОКС по признакам «количество зерен на початке» (gi = 68,4), «масса 1 початка» (gi = 5,56) и «количество початков на растении» (gi = 0,161).

Таким образом, все новые линии кукурузы, имеющие высокую комбинационную способность по урожайности зерна, имели высокую комбинационную способность по компонентам, составляющим урожай: «количество зерен на початке», «масса 1 початка» и «количество початков на растении». Комбинационная способность по признаку «масса 1000 зерен» не влияла на урожай тесткроссных гибридов.

Новые самоопыленные линии с низкой ОКС по урожаю зерна, как правило, имели низкие оценки комбинационной способности по компонентам урожая. Так, линия Сл 302 отличалась невысоким уровнем урожая зерна тесткроссных гибридов и низкой комбинационной способностью по всем изученным признакам продуктивности: количество зерен на почат-

ке ($g_i = -95,6$), масса 1000 зерен ($g_i = -61$), масса 1 початка ($g_i = -21,0$), количество початков на 1 растение ($g_i = -0,163$). Гибриды, созданные с ее участием, имели невысокие значения компонентов урожая зерна.

Подобный результат получен по другим новым линиям Сл 301 и Сл 304, которые неперспективны для селекции на гетерозис. Комбинационная способность по элементам структуры урожая зерна у них ниже, чем у линий комбинационно-ценных, формирующих высокий урожай зерна в гибридах. Стандартная линия RD329 характеризовалась средней либо низкой ОКС по признакам продуктивности.

Выводы. Выделены новые высокогетерозисные гибриды кукурузы Кросс 1×Сл 303 (5,05 т/га), Кросс 1×Сл 308 (4,75 т/га), Кросс 1×Сл 309 (4,84 т/га), представляющие практический интерес.

Выявлены новые самоопыленные линии Сл 303 ($g_i = 0,56$), Сл 308 ($g_i = 0,43$) и Сл309 ($g_i = 0,47$) с высокой комбинационной способностью по признаку «урожайность зерна», которые рекомендуются использовать в программах скрещиваний.

Самоопыленные линии с высокой ОКС по урожайности зерна, как правило, имели более высокую ОКС по признакам продуктивности: «количество зерен на початке», «масса 1 початка» и «количество початков на растении». Комбинационная способность по признаку «масса 1000 зерен» не влияла на урожай тесткроссных гибридов.

Использование в гибридизации самоопыленных линий с высокими значениями признаков продуктивности и передающими высокие значения гибридам позволит повысить эффективность селекционного процесса.

Библиографические ссылки

1. Вольф В. Г., Литун П. П. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности. Харьков, 1980. С. 76.
2. Зайцев, С. А. Применение диаллельного анализа при изучении комбинационной способности кукурузы // Агарный научный журнал. 2020. № 8. С. 16–19. DOI: 10.28983/asj.y2020i8pp16-19
3. Кагермазов А. М., Хачидогов А. В., Яндиева А. Р. Изучение самоопыленных линий кукурузы по хозяйственно ценным признакам и устойчивости к биотическим факторам в предгорной зоне Кабардино-Балкарии // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2022. № 4(65). С. 50–55. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-65-4-50-55
4. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Подбор линий кукурузы для оценки комбинационной способности в топкроссных скрещиваниях // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 5. С. 23–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-88-5-24-29
5. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Параметры гибридов кукурузы, создаваемых для условий недостаточного и неустойчивого увлажнения // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1. С. 29–39.
6. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Разработка модельных величин элементов продуктивности гибридов кукурузы, создаваемых для засушливых условий // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 4(16). С. 65–74. DOI: 10.25637/TVAN2018.04.07
7. Лемешев Н. А., Новичихин А. П., Гуляшкин А. В. Оценка новых линий кукурузы на комбинационную способность по признаку «уборочная влажность зерна» // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 7. С. 117–121. DOI: 10.21515/1999-1703-77-117-121
8. Орлянская Н. А., Орлянский Н. А., Чеботарев Д. С. Оценка комбинационной способности самоопыленных семей кукурузы (S5) смешанной генетической плазмы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 2(66). С. 28–35. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-28-35
9. Хатефов Э. Б., Керв Ю. А., Бойко В. Н., Головина М. А., Аппаев С. П. Расширение генетического полиморфизма исходного селекционного материала кукурузы методом редиплоидизации тетраплоидных популяций // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 4(16). С. 192–203. DOI: 10.25637/TVAN.2018.04.18
10. Hisse I., D'Andrea K., Otegui M. Diallel analysis of kernel weight and grain-filling traits in maize grown under contrasting nitrogen supply // Agronomy Journal. 2022. Vol. 115(2), DOI: 10.1002/agj2.21261
11. Rahimi Jahangirlou M., Akbari G. A., Alahdadi I., Soufizadeh S., Kumar U., Parsons D. Phenotypic Traits, Grain Yield and Yield Components of Maize Cultivars Under Combinations of Management Practices in Semi arid Conditions of Iran // International Journal of Plant Production. 2021. Vol. 15, P. 459–471. DOI: 10.1007/s42106-021-00151-7
12. Fan X. M., Zhang Yu-D., Jeffers D. P., Bi Ya-Qi, Kang M. S., Yin X. F. Combining Ability of Yellow Lines Derived from CIMMYT Populations for Use in Subtropical and Tropical Midaltitude Maize Production Environments // Crop Science. 2018. Vol. 58(1), P. 169–179. DOI: 10.2135/cropsci2017.05.0291

References

1. Vol'f V. G., Litun P. P. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu matematicheskikh metodov dlya analiza eksperimental'nykh dannykh po izucheniyu kombinatsionnoi sposobnosti [Methodological recommendations for the application of mathematical methods for the analysis of experimental data on the study of combining ability]. Khar'kov, 1980. S. 76.
2. Zaitsev, S. A. Primenenie diallel'nogo analiza pri izuchenii kombinatsionnoi sposobnosti kukuruzy [Application of diallelic analysis in the study of the combining ability of maize] // Agarnyi nauchnyi zhurnal. 2020. № 8. S. 16–19. DOI: 10.28983/asj.y2020i8pp16-19
3. Kagermazov A. M., Khachidogov A. V., Yandieva A. R. Izuchenie samoopylennykh linii kukuruzy po khozyaistvenno tsennym priznakam i ustoichivosti k bioticheskim faktoram v predgornoi zone

Kabardino-Balkarii [Study of self-pollinated maize lines for economically valuable traits and resistance to biotic factors in the foothill zone of Kabardino-Balkaria] // Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet). 2022. № 4(65). S. 50–55. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-65-4-50-55

4. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S. Podbor linii kukuruzy dlya otsenki kombintsiionnoi sposobnosti v topkrossnykh skreshchivaniyakh [Selection of maize lines for estimating the combining ability in topcross crosses] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 5. S. 23–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-88-5-24-29

5. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S. Parametry gibridov kukuruzy, sozdavaemykh dlya uslovii nedostatochnogo i neustoichivogo uvlazhneniya [Parameters of maize hybrids developed for conditions of insufficient and unstable moisture] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2017. № 1. S. 29–39.

6. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S. Razrabotka model'nykh velichin elementov produktivnosti gibridov kukuruzy, sozdavaemykh dlya zasushlivykh uslovii [Development of model values of productivity elements of maize hybrids developed for arid conditions] // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. № 4(16). 2018. S. 65–74. DOI: 10.25637/TVAN2018.04.07

7. Lemeshev N. A., Novichikhin A. P., Gul'nyashkin A. V. Otsenka novykh linii kukuruzy na kombinatsionnuyu sposobnost' po priznaku «uborochnaya vlazhnost' zerna» [Estimation of new maize lines for combining ability based according to the trait 'harvesting grain moisture'] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. № 7. 2019. S. 117–121. DOI: 10.21515/1999-1703-77-117-121

8. Orlyanskaya N. A., Orlyanskii N. A., Chebotarev D. S. Otsenka kombinatsionnoi sposobnosti samoopylenykh semei kukuruzy (S5) smeshannoi geneticheskoi plazmy [Estimation of combining ability of self-pollinated maize families (S5) of mixed genetic plasma] // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. T. 17, № 2(66). S. 28–35. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-28-35

9. Khatefov E. B., Kerv Yu. A., Boiko V. N., Golovina M. A., Appaev S. P. Rasshirenje geneticheskogo polimorfizma iskhodnogo selektsionnogo materiala kukuruzy metodom rediploidizatsii tetraploidnykh populyatsii [Expansion of genetic polymorphism of the initial breeding material of maize by rediploidization of tetraploid populations] // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. 2018. № 4(16). S. 192–203. DOI: 10.25637/TVAN.2018.04.18

10. Hisse I., D'Andrea K., Otegui M. Diallel analysis of kernel weight and grain-filling traits in maize grown under contrasting nitrogen supply // Agronomy Journal. 2022. Vol. 115(2), DOI: 10.1002/agj2.21261

11. Rahimi Jahangirlou M., Akbari G. A., Alahdadi I., Soufizadeh S., Kumar U., Parsons D. Phenotypic Traits, Grain Yield and Yield Components of Maize Cultivars Under Combinations of Management Practices in Semi arid Conditions of Iran // International Journal of Plant Production. 2021. Vol. 15, P. 459–471. DOI: 10.1007/s42106-021-00151-7

12. Fan X. M., Zhang Yu-D., Jeffers D. P., Bi Ya-Qi, Kang M. S., Yin X. F. Combining Ability of Yellow Lines Derived from CIMMYT Populations for Use in Subtropical and Tropical Midaltitude Maize Production Environments // Crop Science. 2018. Vol. 58(1), P. 169–179. DOI: 10.2135/cropsci2017.05.0291

Поступила: 16.08.24; доработана после рецензирования: 11.09.24; принята к публикации: 11.09.24.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Кривошеев Г. Я. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Игнат'ев А. С. – выполнение полевых опытов и сбор данных, математическая обработка данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.