

Комбинационная способность новых инбредных линий кукурузы селекции ВНИИК

Л. А. Галговская, О. В. Теркина, А. Н. Романова

Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы
357502, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14-о, пом. 1

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения новых среднеранних инбредных линий кукурузы по комбинационной способности. Исследования проводили на опытном поле ВНИИ кукурузы в период с 2015-го по 2020 г. В течение пяти лет на линейном материале проводили отбор по хозяйственным признакам, в процессе которого для дальнейшей работы отобрали 5 линий кукурузы. Линии были получены методом неоднократного самоопыления и отбора. Для проверки линий по общей комбинационной способности использовали метод топкроссных скрещиваний. Провели оценку селекционной ценности новых линий кукурузы в условиях предгорной зоны Ставропольского края. С участием новых линий и трех тестеров было создано 15 гибридных комбинаций. Анализ урожая зерна, полученного при скрещивании новых линий и тестеров, показал, что высокую общую комбинационную способность имели линии Л 145 и Л 374. Линия Л 180 характеризовалась низкой общей комбинационной способностью. Специфическая комбинационная способность была рассчитана по Савченко. Высокие результаты получились при скрещивании линии Л 126 с тестером Т8172 М и линии Л 145 с тестером Т5179 М. Провели изучение реакции анализируемых линий на закрепление стерильности и восстановление фертильности. В результате анализа цветения метелок гибридов F₁, полученных при скрещивании линии и тестера по типу стерильности М, все пять линий проявили себя как закрепители.

Ключевые слова: инбредные линии, комбинационная способность, топкроссные скрещивания

Поступила 30.10.2023, одобрена после рецензирования 13.11.2023, принята к публикации 29.11.2023

Для цитирования. Галговская Л. А., Теркина О. В., Романова А. Н. Комбинационная способность новых инбредных линий кукурузы селекции ВНИИК // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 6(116). С. 264–269. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-264-269

Original article

Combination ability of new inbred corn lines bred by VNIIC

L.A. Galgovskaya, O.V. Terkina, A.N. Romanova

All-Russian research scientific institute of corn
357502, Russia, Pyatigorsk, 14-o Ermolov street, building 1

Abstract. The article presents the results of a study of new mid-early inbred lines of corn in terms of combining ability. The research was carried out on the experimental field of the All-Russian Research Institute of Corn in the period from 2015 to 2020. For five years selection was carried out on linear material based on economic characteristics, during which 5 lines of corn were selected for further work. The lines were obtained by repeated self-pollination and selection. To test the lines for general combining ability, the topcross method was used. We assessed the breeding value of new lines of corn in the

conditions of the foothill zone of the Stavropol Territory. With the participation of new lines and three testers, 15 hybrid combinations were created. Analyzing the grain yield obtained by crossing new lines and testers, lines L 145 and L 374 had a high overall combinative ability. Line L 180 was characterized by a low overall combinative ability. Specific combining ability was calculated according to Savchenko. High results were obtained by crossing the L 126 line and the T8172 M tester and the L 145 line with the T5179 M tester. We studied the reaction of the analyzed lines to the consolidation of sterility and restoration of fertility. As a result of the analysis of flowering panicles of F1 hybrids obtained by crossing a line and a tester for sterility type M, all five lines proved to be fixers.

Keywords: inbred lines, combinative ability, topcross crossings

Submitted 30.10.2023,

approved after reviewing 13.11.2023,

accepted for publication 29.11.2023

For citation. Galgovskaya L.A., Terkina O.V., Romanova A.N. Combination ability of new inbred corn lines bred by VNIIC. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2023. No. 6(116). Pp. 264–269. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-264-269

ВВЕДЕНИЕ

Для создания гибридов кукурузы нужен исходный материал, отвечающий требованиям зоны семеноводства и дающий высокопродуктивные гибриды. Поэтому особое значение имеет изучение исходного материала по хозяйственно ценным признакам, таким как урожайность, устойчивость к болезням и вредителям, комбинационная способность и др.

Создание высокоурожайных гибридов кукурузы – это прежде всего подбор родительских пар (линий) с высокой комбинационной способностью [1]. Их подбирают с учетом требований, которые предъявляют к созданию (гибрида) сорта. Одно из главных – это получение высоких урожаев в сравнении с известными гибридами.

В настоящее время наиболее широко применяют селекционную схему, при которой новые линии получают из гибридов, созданных из существующих элитных линий. Это разновидность рекуррентного отбора, направленного на концентрацию в одном генотипе максимальной частоты желаемых аллелей. Поскольку обычно выбирают лучшие линии, генетическая основа линий становится с каждым циклом все более разнообразной [2].

Кукуруза – перекрестноопыляемое растение, поэтому создать линии с устойчивыми признаками можно лишь с помощью самоопыления (инцухта), повторяемого в течение ряда поколений. При неоднократном инцухтировании и отборе в конечном итоге все это должно привести к созданию нового по генотипу линейного материала. Чем больше информации накоплено об исходном материале и о характере наследования селективируемых признаков, тем точнее можно подобрать компоненты для гибридизации. Для этой цели необходимо изучить их по комплексу хозяйственно ценных признаков и определить характер наследования этих показателей в местных условиях [4, 8]. При этом необходимо отметить, что получаемые в результате работы самоопыленные линии не являются конечным продуктом селекции, а служат лишь материалом для скрещивания.

Получение новых самоопыленных линий с высокой комбинационной способностью, оптимально адаптированных к различным природно-климатическим условиям, – одна из важных задач, стоящих перед селекционерами. Самоопыленные линии могут использоваться как исходный материал не только для создания новых высокоурожайных гибридов, но и для улучшения каких-либо признаков или свойств у распространенных гибридов [9]. При выделении новых самоопыленных линий кукурузы особое внимание уделяется отбору элитных генотипов растений с максимальной концентрацией благоприятных аллелей генов [3]. Определение комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы, по мнению большинства исследователей, является самым надежным методом оценки их селекционной значимости [5]. При определении комбинационной ценности

очень важно правильно выбрать тестер. Мы руководствовались следующими задачами: выявить как общую, так и специфическую комбинационную ценность нового материала и выбрать лучшие комбинации, а по возможности проверить реакцию на ЦМС. Для этого в качестве тестеров мы использовали стерильные простые гибриды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Пополнение исходного материала в отечественной селекции идет в основном за счет закладки линий кукурузы на гибридах либо на синтетических популяциях (часто с закрытой родословной) [7]. Исходный материал, который мы использовали в данном опыте, получен методом самоопыления и отбора. Научные исследования проведены на базе ВНИИ кукурузы в Предгорной зоне Ставропольского края в период с 2015-го по 2020 г. Объектом исследований являлись новые перспективные линии селекции института. Линии отбирали по хозяйственно полезным признакам, таким как высокая комбинационная способность, хорошая влагоотдача, устойчивость к полеганию и ломкости стебля, устойчивость к основным болезням. В период работы осуществляли фенологические наблюдения (дата появления всходов и цветения растений), биометрические измерения (высота растений и прикрепления початка). Кроме этого, на всех линиях определяли длину и массу початка, количество рядов зерен, массу 1000 зерен, консистенцию зерна, цвет стержня и окраску зерна.

Предшественником по всем годам была озимая пшеница. Агротехника в опыте общепринятая для выращивания зерновых культур. Методика исследований соответствовала требованиям государственного сортоиспытания. Семена высевали в третьей декаде апреля (20–25 апреля), когда почва на глубине заделки семян прогрелась до 10–12⁰ С. Способ посева пунктирный, на глубину 6–8 см при ширине междурядий 70 см. Густоту стояния 50–60 тыс./га формировали ручной прорывкой растений в фазе 3–5 листьев. Гибридные комбинации с использованием новых линий и тестеров изучали в контрольном питомнике.

Полученные данные были подвергнуты математической обработке по Д. А. Доспехову. Оценку линий ОКС (общая комбинационная способность) и СКС (специфическая комбинационная способность) рассчитывали по методике В. К. Савченко [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В процессе создания нового исходного материала участвовало 45 семей по 12 источникам, из которых в процессе отбора оставили для дальнейшей работы 5 линий. По длине вегетационного периода они относятся к среднеранним линиям. Растения имеют в среднем 13–15 листьев, высота их достигает 140–150 см, а прикрепление початка – 30–35 см. Практически все линии относятся к подвиду кремнистой кукурузы, за исключением Л 374 с промежуточным типом зерна.

Метод топкросса, которым мы воспользовались, позволяет провести основную браковку линий по общей комбинационной способности более легким и экономически более выгодным путем. Он был предложен Дэвисом (1927). Однако широкое признание в селекции инбредных линий кукурузы этот метод получил после опубликования Дженкинсом и Брунсоном (1932) обширного материала, свидетельствующего о том, что линии, выделенные на основании испытания топкроссов, дают и лучшие межлинейные комбинации.

С участием новых линий и трех тестеров (Т5179М, Т8172М, Т0176М) было создано 15 гибридных комбинаций. Анализ поделяночных урожаев показал, что полученные гибридные комбинации имели существенные различия по урожаю зерна. По результатам испытаний в 2019–2020 гг. гибридных комбинаций с участием новых линий было выявлено превышение над стандартом по урожаю зерна (табл. 1).

Таблица 1. Урожай зерна гибридов кукурузы с участием новых линий и трех тестеров в 2019–2020 гг.

Table 1. Grain yield of corn hybrids with the participation of new lines and three testers in 2019–2020

Линия	Урожай зерна при 14 % влажности, т/га			Средний урожай зерна при 14 % влажности, т/га	Отклонение от стандарта (+), т/га	Уборочная влажность %
	T5179M	T8172M	T0176M			
Машук150MB	–	–	–	4,7	0	15,1
Л 145	6,1	5,1	5,8	5,7	+1,0	15,1
Л 123	5,7	4,7	5,8	5,4	+0,7	17,4
Л 126	5,3	6,1	4,8	5,4	+0,7	15,6
Л 180	4,6	4,7	4,3	4,5	-0,2	15,8
Л 374	4,9	5,9	6,0	5,6	+0,9	15,3
НСР				1,1		

Из таблицы видно, что четыре гибрида превышают по зерновой продуктивности стандарт на 0,7–1,0 т/га, при этом уборочная влажность практически у всех на уровне стандарта, что говорит о хорошей селекционной ценности новых линий. Самое большое превышение у комбинации Л 145 с тестерами. На втором месте Л 374. Линия Л 180 с самыми низкими показателями по урожаю зерна, у нее при скрещивании с тестерами урожай ниже стандарта.

Анализ комбинационной способности самоопыленных линий по урожайности зерна является основным при оценке их как исходного материала для создания гетерозисных гибридов кукурузы. Поэтому по результатам данного опыта были рассчитаны эффекты общей комбинационной способности (ОКС) линий (табл. 2).

Таблица 2. Общая комбинационная способность линий

Table 2. General combining ability of lines

Линия	Эффекты ОКС
Л 145	2,58
Л 123	0,58
Л 126	0,69
Л 180	-5,82
Л 374	1,97

Как видно из таблицы, высокую ОКС имели линии Л 145 и Л 374. Линия Л 180 характеризовалась низкой общей комбинационной способностью. Также в процессе работы мы проверили данный набор линий по специфической комбинационной способности (СКС) (табл. 3).

Таблица 3. Специфическая комбинационная способность

Table 3. Specific combining ability

Линия	Тестеры		
	T5179M	T8172M	T0176M
	Эффекты СКС		
Л 145	4,92	-4,49	2,15
Л 123	2,82	-6,36	4,13
Л 126	-0,42	7,19	-6,09
Л 180	-1,22	0,00	-4,60
Л 374	-6,10	3,67	4,41

Высокие значения СКС с участием тестеров получились у линии Л 126 и тестера Т8172М и Л 145 плюс тестер Т5179М. Неплохие результаты получились при скрещивании Л 145 и Т5179М, а также Л 374 и Т0176М.

Так как тестеры в данном опыте стерильные, то также проведено изучение реакции анализируемых линий на закрепление стерильности и восстановление фертильности. В результате анализа цветения метелок гибридов F₁, полученных при скрещивании линии и тестера по типу стерильности М, все пять линий проявили себя как закрепители.

ВЫВОДЫ

Исследования позволили выделить линии, формирующие урожай зерна в скрещиваниях с тестером выше, чем у стандарта. Проведена оценка линий на общую и специфическую комбинационную способность по урожаю зерна. Намечены пути дальнейшего использования новых линий. Изучена реакция новых линий кукурузы на ЦМС (цитоплазматическая мужская стерильность).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Слащев А. Ю., Супрунов А. И., Кольцова О. А., Чилашвили И. М. Комбинационная способность новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы // Кукуруза и сорго. 2015. № 1. С. 16–20.

2. Гурьев Б. Л. Гурьева И. А. Селекция кукурузы на раннеспелость. Москва: Агропромиздат, 1990. 171 с.

3. Дзюбецкий Б. В., Боденко Н. А., Федько Н. Н., Бондарь Т. Н. Комбинационная способность самоопыленных линий кукурузы плазмы айодент // Кукуруза и сорго. 2014. № 1. С. 27–29.

4. Кардашина В. Е. Сравнительная оценка сортов овса уральской селекции и их родительских форм // Достижения науки и техники АПК. № 6. 2021. Т. 35. С. 11–14.

5. Перевязка Д. С., Перевязка Н. И., Супрунов А. И. Изучение общей комбинационной способности новых раннеспелых и среднеранних автодиплоидных линий кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края // Рисоводство. 2021. № 1(50). С. 43–48.

6. Савченко В. К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях. Минск: Наука и техника, 1984. 51 с.

7. Гуляничкин А. В., Варламова И. Н., Варламов Д. В. Идентификация новых самоопыленных линий кукурузы на принадлежность к гетерозиготной группе зародышевой плазмы // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Белгород, 2016. С. 258–263.

8. Сотченко Ю. В., Галговская Л. А. Изучение исходного материала в селекции кукурузы // Сб. Селекция, семеноводство, технология возделывания кукурузы. Пятигорск, 2009. С. 59.

9. Шмараев Г. Е. Кукуруза. Москва: Колос, 1975. 236 с.

REFERENCES

1. Slashchev A.Yu., Suprunov A.I., Koltsova O.A., Chilashvili I.M. Combination ability of new mid-early self-pollinated lines of corn. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2015. No. 1. P. 16–20. (In Russian)

2. Guryev B.L. Guryeva I.A. *Selektsiya kukuruzy na rannespelost'* [Selection of corn for early ripeness]. Moscow: Agropromizdat, 1990. 171 p. (In Russian)

3. Dzyubetsky B.V., Bodenko N.A., Fedko N.N., Bondar T.N. Combination ability of self-pollinated corn lines of plasma Iodent. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2014. No. 1. Pp. 27–29. (In Russian)

4. Kardashina V.E. Comparative assessment of oat varieties of Ural selection and their parental forms. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]. 2021. No. 6. Vol. 35. Pp. 11–14. (In Russian)
5. Perevyazka D.S., Perevyazka N.I., Suprunov A.I. Study of the general combining ability of new early and mid-early autodiploid lines of maize in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory. *Risovodstvo* [Rice farming]. 2021. No. 1(50). Pp. 43–48. (In Russian)
6. Savchenko V.K. *Geneticheskiy analiz v setevykh probnykh skreshchivaniyakh* [Genetic analysis in network trial crosses]. Minsk: Nauka i tekhnika, 1984. 51 p. (In Russian)
7. Gulnyashkin A.V., Varlamova I.N., Varlamov D.V. *Identifikatsiya novykh samoopylennykh liniy kukuruzy na prinadlezhnost' k geterozigotnoy grappe zarodeshevoy plazmy* [Identification of new self-pollinated maize lines for belonging to the heterozygous germplasm group]. Materialy Vserosstyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem Belgorodskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skogo khozyaystva. Belgorod. 2016. Pp. 258–263. (In Russian)
8. Sotchenko Yu.V., Galgovskaya L.A. *Izucheniye iskhodnogo materiala v selektsii kukuruzy* [Study of sourcematerial in corn breeding]. *Selektsiya, semenovodstvo, tekhnologiya vozdeleyvaniya kukuruzy*. Pyatigorsk, 2009. P. 59. (In Russian)
9. Shmaraev G.E. *Kukuruza* [Corn]. Moscow: Kolos, 1975. 236 p. (In Russian)

Информация об авторах

Галговская Людмила Анатольевна, ст. науч. сотр. отдела селекции, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;

357502, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14-о, пом. 1;

e-m252@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3990-0220>

Теркина Ольга Валентиновна, ст. науч. сотр. отдела селекции, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;

357502, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, д. 14-о, пом. 1;

kukuruza.ekologiya.14@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4733-5719>;

Романова Анна Николаевна, мл. науч. сотр. отдела селекции, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;

357502, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14-о, пом. 1;

an.romanowa2012@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7337-7093>

Information about the authors

Galgovskaya Lyudmila Anatolyevna, Senior Researcher at the Department of Selection, All-Russian Research Scientific Institute of Corn;

357502, Russia, Pyatigorsk, 14-o Ermolov street, building 1;

e-m252@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3990-0220>;

Terkina Olga Valentinovna, Senior Researcher at the Department of Selection, All-Russian Research Scientific Institute of Corn;

357502, Russia, Pyatigorsk, 14-o Ermolov street, building 1;

kukuruza.ekologiya.14@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4733-5719>;

Romanova Anna Nikolaevna, Junior Researcher at the Department of Selection, All-Russian Research Scientific Institute of Corn;

357502, Russia, Pyatigorsk, 14-o Ermolov street, building 1;

an.romanowa2012@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7337-7093>