

ИЗУЧЕНИЕ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ И УСТОЙЧИВОСТИ К БИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

А.М. Кагермазов, кандидат сельскохозяйственных наук

А.В. Хачидогов, кандидат сельскохозяйственных наук

А.Р. Яндиева, аспирант

Институт сельского хозяйства – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Россия

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

Ключевые слова: кукуруза, самоопыленные линии, селекционная программа, биотические факторы среды, гибрид, хозяйственно-ценные признаки.

Реферат. Цель работы – выделить наиболее перспективные линии кукурузы собственной селекции по элементам продуктивности и устойчивости к различным факторам среды с целью вовлечения их в селекционную работу по созданию гибридов кукурузы ФАО 200–300. Кукуруза – одна из основных зерновых культур на планете. Это, прежде всего, связано с высокой урожайностью зерна и, естественно, с универсальностью использования. Одним из главных условий в увеличении производства зерна гибридов кукурузы является изучение и выявление перспективных линий с высокой комбинационной способностью и получение на их основе высокоурожайных гибридов с улучшенными для селекционного процесса хозяйственно-ценными признаками, отвечающими устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды. Данная работа по получению и изучению гибридов кукурузы, устойчивых к различным факторам (био- и абиотическим), является весьма актуальной для селекционеров научно-исследовательских учреждений, в настоящее время ведущих исследования в области селекции кукурузы. В соответствии с тематикой НИР были проведены исследования по изучению самоопыленных линий кукурузы собственной селекции по хозяйственно-ценным признакам, а также по устойчивости к биотическим факторам среды. Закладку опытов и оценку линий проводили на базе института в предгорной зоне Кабардино-Балкарии в 2020–2021 гг. Опыты были заложены согласно методикам полевых опытов. По полученным в ходе исследований результатам выделились следующие линии: 92C0112, 92C5183, 92C543, 92C005, 92C0112, 92C5183, 92C267, 92C543, 92C06146, 92C5183, 92C267, 92C06146, 92C0206, 92C0241, которые представляют селекционную ценность. По урожайным данным (с делянки) можно выделить следующие номера: 92C0247, 92C267, 92C281, 92C0206. Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что в условиях предгорной зоны были изучены линии по элементам продуктивности и по устойчивости початков кукурузы к основным болезням и вредителям, встречающимся на полях республики. Выделенные линии будут применены в селекционной работе по получению высокоурожайных гибридов кукурузы.

STUDY OF SELFED LINE OF MAIZE IN TERMS OF ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS AND RESISTANCE TO BIOTIC FACTORS IN THE PIEDMONT OF KABARDINO-BALKARIA

A.M. Kagermazov, Ph.D. in Agricultural Sciences

A.V. Khachidogov, Ph.D. in Agricultural Sciences

A.R. Yandieva, Ph.D. student

Institute of Agriculture - a branch of the Federal State Budgetary Study Research Center "The Federal Scientific Center "Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

Keywords: maize, selfed line, breeding program, biotic factors of environment, hybrid, economically valuable characteristics.

Abstract. The work aims to identify the most promising lines of own maize breeding on productivity and resistance to various environmental factors. It involves them in breeding work to create hybrids maize with an earliness index FAO 200–300. Maize is one of the major crops on the planet. This crop is associated with a high grain yield and, of course, with the versatility of use. One of the main conditions in increasing the production of a grain of corn hybrids is the study and identification of promising lines with high combination ability and the production

of high-yielding mixtures on their basis. These hybrids are improved options for the breeding process, possessing economically valuable traits that are resistant to biotic and abiotic environmental factors. This work on getting and studying maize hybrids resistant to various factors (bio- and abiotic) is highly relevant for breeders of research institutions currently conducting research in maize breeding. The subject of research, investigations on the study of the selfed line of maize of own selection on economically valuable characteristics, as well as on resistance to biotic factors of the environment, were carried out. The authors laid out the experiments and evaluated the lines based on the institute in the foothill zone of Kabardino-Balkaria in 2020–2021. The authors carried out the experiments according to the methods of field experiments. According to the results obtained in the research, the following lines were distinguished: 92C0112, 92C5183, 92C543, 92C005, 92C0112, 92C5183, 92C267, 92C543, 92C06146, 92C5183, 92C267, 92C06146, 92C0206, 92C0241, which are of breeding value. According to yield data (from a working plot), the following numbers can be distinguished: 92C0247, 92C267, 92C281, and 92C0206. In the conditions of the foothill zone, the authors studied the lines of productivity and resistance of corn cobs to the primary diseases and pests found in the fields of the republic. This study was the scientific novelty of the research. Selected lines will be used in breeding work to obtain high-yield maize hybrids.

В Российской Федерации производство зерна играет одну из ключевых ролей в обеспечении продовольственной безопасности. За последнее десятилетие в России наблюдается стабильный рост урожаев зерновых культур [1].

Кукуруза – одна из важнейших зерновых и кормовых культур в мире. Ее широкое распространение обусловлено высокой потенциальной урожайностью. Валовой сбор зерна этой культуры достигает около 800 млн т, или 34% общего количества зерна, производимого в мире. В России производство зерна кукурузы составляет около 5 млн т и отмечается тенденция к его росту [2].

Благодаря своим свойствам кукуруза в России используется как зерновая и кормовая культура, которая в основном идёт на корм скоту и птице. Зеленую массу кукурузы используют для приготовления силоса, а зерно добавляют в комбикорм как обязательный компонент [3]. Кукурузное зерно отличается высокими кормовыми достоинствами – 1 кг содержит 1,34 к. ед., тогда как зерно ячменя – 1,2, овса – 1 к. ед. В нем содержится 65–70% безазотистых экстрактивных веществ, 9–12 – белка, 4–5 – жира, 2% сахара и очень мало клетчатки. Кукуруза является высокопродуктивной и универсальной в использовании культурой. В производственных целях кукурузное зерно идет на изготовление муки, крупы, хлопьев, масла и других продуктов. Зерно кукурузы является также сырьем для производства спирта, биотоплива, крахмала, глюкозы и т.д. [4].

Спирторастворимые белки кукурузы – зеины в последние годы используются как альтернатива различным коммерческим пластмассам на основе нефти. Кроме того, зеины обладают прекрасными пленкообразующими свойствами, которые находят широкое при-

менение в медицине и пищевой промышленности [5].

В последние годы наблюдается тенденция к увеличению валового сбора зерна кукурузы, что свидетельствует о повышенном интересе со стороны сельхозтоваропроизводителей к данной культуре. Активно проводится селекционная работа по созданию гибридов кукурузы всех групп спелости, повышению урожайности, устойчивости к вредителям и болезням, а также адаптационной способности к экзогенным факторам внешней среды [6].

Специфические условия производства кукурузы по отдельным регионам и различия в использовании производимой продукции определяют развитие селекционного процесса по созданию разнообразного набора гибридов, отличающихся по скороспелости и адаптивности к конкретным почвенно-климатическим условиям регионов [7].

Потребность в гибридах кукурузы зернового использования с потенциально высокой урожайностью зерна – до 10–12 т/га, отвечающих требованиям современных технологий, приобрела коммерческую составляющую. В связи с этим сельхозтоваропроизводителям нужны гибриды, которые должны обладать параметрами высокой потенциальной продуктивности, отличаться интенсивной начальной скоростью роста с высокой устойчивостью к полеганию, быть устойчивыми к биотическим и абиотическим стрессорам, выдерживать оптимально высокое загущение посевов в конкретной по влагообеспеченности зоне и интенсивно отдавать влагу в процессе созревании зерна [8].

Подбирая исходный материал по происхождению и группе спелости, реакции на ЦМС, типу зерна, его биохимическому составу и особенностям физиологии при его созревании, структуре количественных признаков растения и початка, устойчивости к различ-

ным стрессорным факторам среды селекционер в короткие сроки сможет создать ценный исходный материал для гибридной селекции кукурузы [9].

Цель исследований – выделить наиболее перспективные линии кукурузы собственной селекции по элементам продуктивности и устойчивости к различным факторам среды с целью вовлечения их в селекционную работу по созданию гибридов кукурузы ФАО 200–300.

Исходя из поставленной цели, нами была поставлена задача оценить самоопыляемые линии кукурузы по показателям продуктивности и устойчивости к болезням и вредителям для выявления наиболее перспективных образцов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыты были заложены согласно методике полевого опыта [10]. Оценку селекционного материала проводили согласно методическим указаниям ВАСХНИЛ по изучению и поддержанию образцов коллекции кукурузы [11]. Устойчивость линий к болезням определяли с применением методических рекомендаций по оценке устойчивости селекционного материала кукурузы к болезням [12].

Материалом для проведения исследований послужила коллекция кукурузы собственной селекции, состоящая из 100 номеров.

Работа проводилась в предгорной зоне Кабардино-Балкарии на научно-производственном участке института (НПУ № 1).

Почва экспериментального поля представлена обыкновенным тяжелосуглинистым черноземом. Агрохимическая характеристика почвы (по Чирикову): P_2O_5 – 9,8 мг/100 г почвы; K_2O – 7,2 мг/100 г почвы; N – 10,2 мг/100 г почвы; pH – 7,2 (метод ЦИНАО, ГОСТ 2648385); гумус (по Тюрину) – 4,4 %. Перед посевом на опытном участке внесено 200 кг/га азотоса 16:16:16, в фазе 8 листьев проведена междурядная культивация с внесением 150 кг/га аммиачной селитры. Предшественник – озимый ячмень. В фазе 3–6 листьев опытный участок обработали послеуборочным гербицидом Пик, ВДГ в дозе 0,015 л/га.

Опытные делянки (площадь одной делянки 9,8 м²) размещались систематически, в трехкратной повторности.

Согласно плану, были проведены все фенологические наблюдения за развитием линий кукурузы с фиксацией в полевом журнале.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показывают полученные результаты (табл. 1), в опыте выделены линии, которые превысили стандартные значения по показателям продуктивности.

Таблица 1

Показатели продуктивности выделенных самоопыленных линий ФАО 200–250 (2020–2021 гг.)
Productivity indicators of selected selfed line FAO 200-250 (2020–2021)

Линия	Урожайность зерна, т/га, при 14%-й влажности	Зерновая продуктивность, %	Фертильность пыльцы, %
КБ 630-st	4,22	80,7	94,93
92C615	5,65	80,1	90,1
92C0112	4,53	86,1	92,6
92C6146	6,06	86,6	90,4
92C0206	6,88	87,8	95,6
92C0241	6,06	86,8	95,5
92C0247	6,10	87,3	97,1
92C5183	5,76	87,7	92,6
92C267	6,37	87,2	94,3
92C543	5,35	83,1	91,1
92C270	5,24	82,4	93,0
92C281	6,08	82,6	96,2
НСР _{0,05}	0,79	1,20	4,17

Урожайность зерна – один из важных показателей ценности изучаемых линий. Учет и уборку использованных в опыте самоопыленных линий провели в период физиологической спелости зерна кукурузы. Лучшими по урожайности оказались линии 92C0247, 92C281, 92C0206, которые превосходили стандарты по урожайности. В среднем урожайность варьировала от 4,53 до 6,88 т/га. По зерновой продуктивности практически все линии превосходили стандарт, ее значения варьировали от 82,6 до 87,7 %.

Известно, что по мере развития производства семян и зерна эффективность защиты

посевов кукурузы от прогрессирующих вредных организмов становится важным элементом технологии ее возделывания [13].

Основными вредителями и болезнями кукурузы, возделываемой в Кабардино-Балкарии, являются следующие: *Ostrinia nubilalis* – стеблевой мотылек; *Helicoverpa armigera* – хлопковая совка; *Ustilago zeae* (Link) Unger – пузырчатая головня; *Fusarium moniliforme* Sheld – фузариоз початка [14].

Результаты поражаемости болезнями и повреждаемости вредителями линий кукурузы на естественном фоне представлены в табл. 2.

Таблица 2

Устойчивость початков самоопыленных линий кукурузы к болезням и вредителям (2020–2021 гг.), %
Resistance of ears of self-pollinated maize lines to diseases and pests, 2020–2021., %

Название линий	Болезни початка		Вредители початка	
	фузариоз початка	пузырчатая головня	хлопковая совка	стеблевой мотылек
КБ 630 – st-1	86,5	74,1	89,1	80,3
92C615	85,7	93,1	68,3	68,4
92C0112	88,8	92,4	73,6	48,8
92C06146	73,6	58,5	95,0	98,1
92C0206	75,5	74,3	92,0	90,5
92C0241	81,1	84,7	87,6	95,2
92C0247	79,7	88,7	89,4	80,3
92C5183	89,4	90,2	96,8	69,1
92C267	84,5	98,1	92,1	79,1
92C543	93,8	91,8	84,5	66,7
92C270	87,0	85,3	83,4	99,5
92C281	80,1	86,6	87,5	76,7
92C5439	85,3	88,2	89,3	81,1
92C5195	84,6	88,3	87,5	80,1

В настоящее время совершенно очевидно, что рациональная стратегия селекции сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням и вредителям должна предусматривать расширение генетического разнообразия возделываемых сортов и гибридов. Реализация селекционно-исследовательской программы основана, прежде всего, на выявлении генетических источников ценных признаков, изучении устойчивости и создании нового высокоустойчивого исходного материала [15].

Многолетние исследования по получению устойчивых к биотическим факторам среды сортов и гибридов кукурузы показало, что в этой работе сосредоточен первостепенный залог успеха в борьбе с вредителями и болезнями. Селекция генетических источников по признакам устойчивости к вредителям и болезням является решающим фактором в

создании высокоэффективных популяций кукурузы, а их обнаружение и изучение позволит свести к минимальным потери при возделывании.

В наших исследованиях по устойчивости початков кукурузы к основным болезням выделены такие линии, как 92C0112, 92C5183, 92C543, 92C5439, 92C005, 92C0112, 92C5183, 92C267, 92C543, а по устойчивости к вредителям – линии 92C06146, 92C5439, 92C5195, 92C5183, 92C267, 92C06146, 92C0206, 92C5195, 92C0241.

ВЫВОДЫ

1. Одной из основных задач селекции кукурузы является изучение линий по основным элементам продуктивности, а также устойчивости к меняющимся факторам сре-

ды. Полученные результаты показали, что фертильность пыльцы находилась в пределах 90,1–97,1%, зерновая продуктивность – 82,6–87,8%, а урожайность – 7,1–9,9 т/га.

2. Анализ самоопыленных линий собственной селекции по элементам продуктивности и устойчивости к биотическим факторам среды позволил выявить наиболее цен-

ные для селекции образцы: 92С615, 92С0112, 92С06146, 92С0206, 92С0241, 92С0247, 92С5183, 92С267, 92С543, 92С270, 92С281 – с целью их дальнейшего вовлечения в селекционную программу ИСХ КБНЦ РАН. Научно-практическая работа по изучению линий ФАО 200–300 и созданию новых высокоурожайных гибридов кукурузы будет продолжена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка биохимического состава зерна кукурузы селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» для дальнейшего использования в АПК / И.А. Сазонова, В.Н. Титов, Ю.В. Бочкарева [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 6 (48). – С. 1–10.
2. Елисеев С.Л., Елисеев А.С. Вызревание зерна кукурузы в северных районах кукурузосеяния // Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 1 (9). – С. 11–18.
3. Красковская Н.А., Бутовец Е.С., Даниленко И.Н. Изучение гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. – 2020. – № 1 (53). – С. 20–25.
4. Никитин С.В. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность гибридов кукурузы в зоне неустойчивого увлажнения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Ставрополь, 2012. – 23 с.
5. Study of economically valuable traits and technological properties in maize from the Zea mays L. collection of VIR / M.R. Gonikova, V.I. Khoreva, V.G. Goldstein [et al.] // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. – 2020. – Т. 181 (4). – S. 56–64.
6. Хачидогов А.В., Кагермазов А.М. Экологическое сортоиспытание перспективных гибридов кукурузы в предгорной зоне Кабардино-Балкарии // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14, № 6 (94). – С. 893–909.
7. Орлянский Н.А., Орлянская Н.А., Зубко Д.Г. Раннеспелый гибрид кукурузы Воронежский 160 СВ // Кукуруза и сорго. – 2018. – № 2. – С. 22–26.
8. Божко О.В. Динамика влагоотдачи зерна у гибридов кукурузы в условиях Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 3 (43). – С. 17–22.
9. Development of self-pollinated maize lines based on the teosinte collection of the N.I. Vavilov institute of plant industry (VIR) / S.P. Appaev, A.M. Kagermazov, A.V. Khachidogov [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2021. – Т. 262. – P. 01010.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 415 с.
11. Шмараев Г.Е., Матвеева Г.В. Изучение и поддержание образцов коллекции кукурузы. – Л.: ВИР, 1985. – 48 с.
12. Вилкова Н.А., Иващенко В.Г., Фролов А.Н. Методические рекомендации по оценке устойчивости селекционного материала кукурузы к болезням. – М., 1989. – 43 с.
13. Шабатуков А.Х., Шипишева З.Л., Хромова Л.М. Хлопковая совка и стеблевой кукурузный мотылек на посевах кукурузы в условиях степной зоны Кабардино-Балкарской республики // Научная жизнь. – 2021. – Т. 16, вып. 7. – С. 820–827.
14. Хачидогов А.В., Кагермазов А.М., Бижоев М.В. Оценка тест-кроссов кукурузы на устойчивость к распространенным вредителям и болезням // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14, вып. 9. – С. 1417–1423.
15. Boyko V.N. Field assessment of accessions from the maize collection for resistance to boil smut // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. – 2019. – Vol. 180(3). – S. 91–95.

REFERENCES

1. Sazonova I.A., Titov V.N., Bochkareva Ju.V., Bychkova V.V., AGROJeKOINFO, 2021, No. 6 (48), pp. 1–10. (In Russ.)
2. Eliseev S.L., Eliseev A.S., Permskij agrarnyj vestnik, 2015, No. 1 (9), pp. 11–18 (In Russ.)

3. Kraskovskaja N.A., Butovec E.S., Danilenko I.N., *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2020, No. 1 (53), pp. 20–25. (In Russ.)
4. Nikitin S.V., *Vlijanie jelementov tehnologii vozdeľyvanija na urozhajnost' gibridov kukuruzy v zone neustojchivogo uvlazhnenija* (The influence of elements of cultivation technology on the yield of corn hybrids in the zone of unstable moisture), Extended abstract of candidate's thesis, Stavropol', 2012, 23 p. (In Russ.)
5. Gonikova M.R., Khoreva V.I., Goldstein V.G. [et al.], Study of economically valuable traits and technological properties in maize from the *Zea mays* L. collection of VIR, *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2020, T. 181 (4), pp. 56–64.
6. Hachidogov A.V., Kagermazov A.M., *Nauchnaja zhizn'*, 2019, T. 14. No. 6 (94), pp. 893–909. (In Russ.)
7. Orljanskij N.A., Orljanskaja N.A., Zubko D.G., *Kukuruza i sorgo*, 2018, No. 2, pp. 22–26. (In Russ.)
8. Bozhko O.V., *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2017, No. 3 (43), pp. 17–22. (In Russ.)
9. Appaev S.P., Kagermazov A.M., Khachidogov A.V. [et al.], Development of self-pollinated maize lines based on the teosinte collection of the N.I. Vavilov institute of plant industry (VIR), *E3S Web of Conferences*, 2021, T. 262, pp. 01010
10. Dosphehov B.A., *Metodika polevogo opyta* (Methodology of field experience), Moscow: Agropromizdat, 1985, 415 p.
11. Shmaraev G.E., Matveeva G.V., *Izuchenie i podderzhanie obrazcov kolleksii kukuruzy* (Study and maintenance of samples of the corn collection), Leningrad: VIR, 1985, 48 p. (In Russ.)
12. Vil'kova N.A., Ivashhenko V.G., Frolov A.N. *Metodicheskie rekomendacii po ocenke ustojchivosti selekcionnogo materiala kukuruzy k boleznjam* (Methodological recommendations for assessing the resistance of maize breeding material to diseases), Moscow, 1989. 43 p.
13. Shabatukov A.H., Shpishcheva Z.L., Hromova L.M., *Nauchnaja zhizn'*, 2021, T. 16, Vyp. 7, pp. 820–827. (In Russ.)
14. Hachidogov A.V., Kagermazov A.M., Bizhoviev M.V., *Nauchnaja zhizn'*, 2019, T. 14, Vyp. 9, pp. 1417–1423. (In Russ.)
15. Boyko V.N., Field assessment of accessions from the maize collection for resistance to boil smut, *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2019, Vol. 180 (3), pp. 91–95.