

АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ КОЛЛЕКЦИИ ВИР В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

А. М. Кагермазов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства раннеспелых гибридов кукурузы, kagermazov.alan@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8639-050X;

А. В. Хачидогов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства раннеспелых гибридов кукурузы, azamat.xa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5722-3163

Институт сельского хозяйства – филиал

ФГБНУ «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр РАН», 360004, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Кирова, д. 224;

e-mail: kbniish2007@yandex.ru

В данной статье изложены результаты двухлетних исследований (с 2019–2020 гг.) по изучению и анализу основных элементов продуктивности линий кукурузы коллекции ВИР. Работа проводилась согласно договору о научном сотрудничестве с вовлечением в селекционную программу коллекции кукурузы ВИР в количестве 100 номеров в предгорной зоне Кабардино-Балкарии (Чегемский район, с.п. Нартан). Цель работы – изучить и оценить морфо-биологические и хозяйственно ценные признаки линий кукурузы коллекции ВИР в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии. Так, по оценке количественных признаков образцов кукурузы была сделана выборка, состоящая из 36 номеров. По высоте растений выделились 8 номеров, где значение признака составило от 2,41 до 2,47 м, а по количеству листьев – 8 образцов (от 16,4 до 16,8 шт.). По признаку прикрепления хозяйственно годного початка все выделенные линии находились в интервале выше средних значений – от 0,98–1,06 м. У остальных признаков существенных различий по сравнению со стандартом не наблюдалось. Анализ элементов продуктивности линий кукурузы коллекции ВИР позволил выделить по длине початка 13 образцов с учетом HCP_{05} , у которых значения были выше стандарта, а данный показатель был на уровне 22,5–25,2 см; по количеству рядов зерен на початке лучшие результаты наблюдались у 14 линий с варьированием признака от 18,0 до 18,6 шт., а количеству зерен в ряду початка – 18 номеров, где размах варьирования составил от 37,2 до 46,1. По выходу зерна отличились 4 линии (от 83,5 до 87,7 % в сравнении со стандартным значением 79,6 %). По одному из основных и главных комплексных признаков – урожайность зерна (при 14 % влажности) выделены 6 линий, где варьирование составило от 4,01 до 4,5 т/га.

Ключевые слова: коллекция ВИР, кукуруза, линии, хозяйственно ценные признаки, гибрид, количественные признаки, урожайность зерна.

Для цитирования: Кагермазов А. М., Хачидогов А. В. Анализ количественных и хозяйственно ценных признаков линий кукурузы коллекции ВИР в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 6. С. 59–66. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-89-6-59-66.



THE ANALYSIS OF QUANTITATIVE AND ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS OF MAIZE LINES FROM THE VIR COLLECTION IN THE CONDITIONS OF THE FOOTHILL ZONE OF KABARDINO-BALKARIA

A. M. Kagermazov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for breeding and seed production of early maturing maize hybrids, kagermazov.alan@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8639-050X;

A. V. Khachidogov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for breeding and seed production of early maturing maize hybrids, azamat.xa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5722-3163

Institute of Agriculture, a branch of the FSBSI "Federal Research Center

"Kabardino-Balkarky Research Center RAN",

360004, Kabardino-Balkarskyaya Republic, Nalchik, Kirov Str., 224; e-mail: kbniish2007@yandex.ru

The current paper has presented the results of two studies in 2019–2020, the purpose of which was to analyze the main elements of productivity of maize lines from the VIR collection. The work was carried out in accordance with an agreement on scientific cooperation with the involvement of the VIR maize collection in the breeding program in the amount of 100 numbers, in the foothill zone of Kabardino-Balkaria (Chegem district, village of Nartan). The purpose of the current work was to study and evaluate the morpho-biological and economically valuable traits of maize lines from the VIR collection in the conditions of the foothill zone of Kabardino-Balkaria. Thus, according to the estimation of the quantitative traits of the maize samples, there have been selected 36 numbers. According to the plant height, there were identified 8 numbers, where the value of the trait was from 2.41 to 2.47 m, and according to the number of leaves, 8 samples were allocated from 16.4 to 16.8 pieces. According to the sign of attachment of a commercial ear, all selected lines were in the range above the mean values from 0.98–1.06 m. For other traits, there were no significant differences compared to the standard. Analysis of the elements of productivity of maize lines from the VIR collection made it possible to identify 13 samples based on ear length, considering HCP_{05} , whose values were higher than that of the standard, and this indicator was at a level of 22.5–25.2 cm. In terms of the number of grain rows

on an ear, the best results were observed in 14 lines with the trait varying from 18.0 to 18.6 pieces, and the number of grains in a row of an ear there were 18 numbers, where the range varied from 37.2 to 46.1. In terms of grain yield, there were identified the best 4 lines (from 83.5 to 87.7 % compared to the standard value of 79.6 %). In terms of one of the main and main complex traits, such as grain productivity (at 14% humidity), there were identified 6 lines, where the variation ranged from 4.01 to 4.5 t/ha.

Keywords: VIR collection, maize, lines, economically valuable traits, hybrid, quantitative traits, grain productivity.

Введение. Кукуруза, или маис (лат. *Zea mays*), – однолетнее травянистое культурное растение, единственный культурный представитель рода кукурузы (*Zea*) семейства Злаки (Poaceae). Кукуруза одна и наиболее урожайных злаковых сельскохозяйственных культур. Для получения высоких урожаев зерна кукурузы необходимы гибриды с высоким потенциалом. В мировом земледелии она занимает третье место по посевным площадям, а по валовому сбору зерна кукуруза стоит на первом месте. Посевные площади кукурузы в России в 2019 году, по данным Росстата, в сельхозпредприятиях различных категорий составили 2585,9 тыс. га, что на 5,5 % (на 133,9 тыс. га) больше, чем в 2018 году (Гурин и Евдакова, 2020).

Кукуруза – очень важная культура, которая играет важную роль в производстве продуктов питания и сырья для биоэнергетики во всем мире (Zhao and Su, 2019).

Производство кукурузы занимает значительное место в обеспечении продовольственной безопасности и борьбе с бедностью. Эта зерновая культура, выращиваемая как на орошаемых, так и на неорошаемых землях, остается важной культурой, поскольку обладает рядом преимуществ перед другими злаками, такими как рис, пшеница, просо и сорго (Ta'awi et al., 2023).

Значительным резервом повышения урожайности кукурузы является внедрение новых высокопродуктивных гибридов, устойчивых к неблагоприятным условиям внешней среды (Перченко и Сергеева, 2021).

Селекция сельскохозяйственных растений позволяет получать новые сорта и гибриды, что делает это направление науки самым результативным и развивающимся (Шпилев и др., 2022).

Создание высокоурожайных гибридов возможно только при наличии инбредных линий, отвечающих требованиям современного рынка товарной продукции зерна кукурузы и ее семеноводства. В связи с этим большое значение имеет создание и изучение исходного материала по ряду хозяйственно ценных признаков, таких как урожай зерна и зеленой массы, скорость влагоотдачи при созревании зерна, устойчивость к полеганию и перестояю на корню в поле, количественные признаки растения и початка, устойчивость к болезням и вредителям (Arraev et al., 2021).

Вовлечение в селекционную работу образцов коллекции кукурузы Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) является актуальным, поскольку в ней сосредоточен высокий потенциал для создания высокопродуктивных гиб-

ридов и сортов, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам среды, способных выполнять средообразующую и ресурсовосстанавливающую функцию. Коллекция ВИР служит основной базой эффективного развития такой отрасли, как сельское хозяйство (Бижоев и др., 2022).

Одним из основных резервов, направленных на увеличение ресурсов (пищевых и кормовых), являются сельскохозяйственные культуры с достаточно хорошей отдачей продуктивности на затраченные материально-технические средства. К таким культурам можно в полной степени отнести кукурузу – универсальную и наиболее урожайную среди зерновых в РФ. Ориентируясь на задачи селекции для получения и внедрения в производственную работу высокоурожайных гибридов отечественной селекции, способных конкурировать с зарубежными, главную роль отводят исходному материалу, в состав которого входят все необходимые хозяйственно ценные признаки. Следовательно, использование в селекционной работе образцов кукурузы коллекции ВИР является весьма актуальным направлением по получению высокоурожайных и высококонкурентных гибридов кукурузы.

Цель данной работы – изучить и оценить морфо-биологические и хозяйственно ценные признаки линий кукурузы коллекции ВИР в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии.

Научно-исследовательская работа проводилась с решением следующих поставленных задач:

– на основе всестороннего изучения и биометрической оценки количественных признаков линий кукурузы коллекции ВИР (высота растений, высота прикрепления початка, число листьев на главном стебле, оценка устойчивости к основным вредителям и болезням кукурузы, оценка фертильности мужских соцветий) выделить перспективный исходный материал для последующего использования в селекционной работе ИСХ КБНЦ РАН;

– провести анализ хозяйственно ценных признаков линий кукурузы (длина початка, количество рядов зерен на початке, количество зерен в рядке початка, вес 1000 зерен, консистенция, форма и окраска зерна, уборочная влажность, выход зерна, урожай зерна при пересчете на 14 %-ю влажность).

Материалы и методы исследований. Работа с образцами кукурузы коллекции ВИР проводилась на научно-производственном участке № 1 (предгорная зона) подведомственного подразделения ИСХ КБНЦ РАН (Институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр

«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук») в течение двух лет – с 2019 по 2020 год.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный. Род почвы – карбонатный.

Разновидность почвы – тяжелосуглинистая. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (по Чирикову): рН – 7,2; P₂O₅ подв. – 9,8 мг/100 г почвы; K₂O обм. – 7,2 мг/100 г почвы;

гумус (по Тюрину) – 4,4 %. В пахотном горизонте содержится 3,9–4,2 % гумуса, 18–27 мг азота, 27–34 мг подвижного фосфора и 230–250 мг обменного калия (Аппаев и др., 2022).

Агрометеорологические данные, представленные Гидрометцентром по КБР за годы проведенных исследований, отображены в таблице 1.

Таблица 1. Метеорологические значения за годы проведенных исследований (средние показатели 2019–2020 гг.)
Table 1. Meteorological values for the years of study (mean values in 2019–2020)

Месяцы	Значения						
	Температура воздуха, С°			Количество осадков		Относительная влажность воздуха, %	
	сред. величина	макс. величина	мин. величина	мм	% от нормы	сред. величина	мин. величина
Март	7,2	13,3	2,4	34,7	126,1	73	56
Апрель	10,3	16,5	3,5	37,9	61,2	59	38
Май	16,3	22,5	11,1	114,3	124,8	69	50
Июнь	22,4	29,0	15,6	71,6	73,2	63	42
Июль	25,2	32,1	19,7	20,2	33,6	57	34
Август	23,1	28,9	15,8	86,5	94,5	564	33
Сентябрь	19,6	26,1	13,3	20,3	37,3	65	42

В среднем за годы проведенных исследований количество осадков за период вегетации кукурузы (май – сентябрь) составило 312,9 мм. В фазу интенсивного цветения и опыления растений кукурузы (июнь – 73,2 % от нормы, июль – 32,6 % от нормы) наблюдался дефицит влаги, что повлияло на урожайность зерна линий кукурузы.

Материалом исследований послужили линии кукурузы коллекции ВИР в количестве 100 номеров. Перед закладкой опытных делянок участок был подготовлен согласно агротехнике возделывания кукурузы (внесено 200 кг/га минерального удобрения нитроаммофоса, а в фазе 3–5 листьев – междурядная культивация с подкормкой аммиачной селитрой в количестве 130 кг/га) с последующими маркированием и разбивкой на яруса. Предшествующая культура за весь период исследований – озимая пшеница. В фазе развития кукурузы 3–5 листьев проведена химическая обработка посевов послевсходовыми гербицидами баковой смеси Милагро, КС + Банвел, ВР дозе 1 л/га+ 0,5 л/га.

Делянки опытов размещали систематически в 3-кратной повторности по схеме 70 x 35 см, площадь одной делянки составила 9,8 м². Густота стояния растений формировалась в период 5–6 листьев из расчета 60 тыс. раст./га.

Посев (первая декада мая) и уборку (третья декада октября, с определением уборочной влажности зерна) линий кукурузы за весь период проведения работы выполняли вручную.

Согласно селекционной программе на изучаемых образцах в течение вегетационного периода проводили все необходимые фенологи-

ческие наблюдения по всем основным фазам развития растений. Измерения морфологических признаков кукурузы (высота растений и прикрепление хозяйственно годных початков, количество листьев на главном стебле, количество початков на растении) проводили на 10 типичных растениях каждого образца (Аппаев et al., 2021).

Фенологические наблюдения за развитием культуры, учет фертильности пыльцы проводили в соответствии с методическими указаниями по изучению и поддержанию образцов коллекции кукурузы ВИР (Шмараев, 1985), агротехнические мероприятия выполняли по методическим указаниям – по производству гибридных семян кукурузы (Сотченко и др., 2019). Описание биометрических показателей дано согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ вида *Zea mays* L. (Кукеков, 1977). Статистическую обработку полученных результатов выполняли по Методике полевого опыта с основами статистической обработки результатов (Доспехов, 2014).

Результаты и их обсуждение. Оценка линий по основным фенотипическим признакам является определяющим звеном для дальнейшего использования их как в селекционной, так и в семеноводческой работе. Используемые в опытах линии кукурузы коллекции ВИР относились к среднепоздним и поздним группам спелости (ФАО 400–500). По учету количественных признаков в таблице 2 представлен набор из 36 наилучших линий (за исключением стандартного номера КБ 595) кукурузы, выделенных в опыте.

Таблица 2. Биометрическая оценка изучаемых количественных признаков линий кукурузы коллекции ВИР (среднее за 2019–2020 гг.)
Table 2. Biometric estimation of the studied quantitative traits of maize lines from the VIR collection (average for 2019-2020)

№ п/п	Название линий	Высота растений, м	Высота прикреп. хоз. годного початка, м	Кол-во листьев на главном стебле, шт.	Оценка фертильности мужских соцветий, баллы
1	ст. КБ 595	2,17	0,78	15,1	6
2	6105-2	2,25	1,02	16,4	6
3	6098-2	2,19	0,98	15,6	6
4	6103-2	2,20	0,90	16,6	5
5	6105-4	2,25	1,01	16,2	6
6	6105-3	2,23	1,0	15,8	6
7	6107-2	2,24	0,99	15,9	6
8	6108-1	2,24	0,89	15,7	6
9	3011	2,45	1,02	15,5	6
10	3014	2,25	0,95	15,6	4
11	3017	2,32	0,88	15,9	4
12	3001	2,39	1,03	16,4	5
13	3002	2,31	1,01	15,9	6
14	2096	2,41	0,94	16,8	6
15	2143	2,33	1,03	14,6	6
16	2099	2,37	0,97	15,7	6
17	2126	2,38	0,96	15,8	6
18	2126 А	2,30	0,98	15,1	6
19	2142	2,32	0,89	16,0	6
20	2185	2,47	1,01	16,5	6
21	2191	2,44	1,01	15,7	6
22	2127 А	2,31	0,90	15,6	5
23	0634	2,34	0,91	15,9	5
24	2209	2,41	0,91	15,8	6
25	3019	2,45	0,93	16,1	6
26	3022	2,42	1,01	16,3	6
27	3005	2,37	1,05	16,5	3
28	3002	2,33	0,95	14,2	6
29	3002 А	2,35	0,89	15,7	6
30	5728	2,31	1,01	15,9	6
31	3015	2,42	0,99	15,8	6
32	И 627406	2,35	1,0	15,6	6
33	И 627407	2,29	1,01	15,5	6
34	И 627409	2,32	1,02	15,7	6
35	И 627411	2,39	0,99	16,5	6
36	И 627404	2,38	1,03	16,6	6
37	И 627413	2,37	1,06	15,8	6
НСР ₀₅		0,22	0,18	1,2	–

Признак «высота растений» – один из важнейших признаков, который необходимо учитывать при различных направлениях селекции кукурузы. При создании гибридов для возделывания на силос и зеленый корм необходимы максимально высокорослые формы (Кривошеев и др., 2018). По данному признаку можно отметить номера 3011, 2096, 2185, 2191, 2209, 3019, 3022, 3015, которые превосходили стандартный вариант. Варьирование значений у выделенных образцов по высоте растений составило от 2,41 до 2,47 м. По высоте прикрепления початка кукурузы (данный показатель существенно влияет на выход зерна при механизированной уборке, а также на проведение самой уборки зерноуборочными машинами) большинство линий (в количестве 23: 6105-2, 6098-2, 6105-4, 6105-3, 6107-2, 3011, 3001, 3002,

2143, 2099, 2126А, 2185, 2191, 3022, 3005, 5728, 3015, И 627406, И 627407, И 627409, И 627411, И 627404, И 627413) отличались хорошими показателями и находились в пределах от 0,96 до 1,06 см с учетом НСР₀₅ = 0,18 см.

Для получения более точных результатов подсчет количества листьев (признак «количество листьев» является показателем скороспелости гибрида кукурузы) на главном стебле проводили в два срока, так как нижние листья на растениях кукурузы засыхают раньше, чем образуются последние верхние, и точно определить их количество при однократном учете невозможно. Поэтому в фазе 6–8 листьев надрезают пятый лист, а у позднеспелых и десятый. Подсчет листьев проводили сразу после появления метелок на растениях с помеченными листьями (Кагермазов и Хачидогов, 2019).

По данному признаку лучшие результаты отмечены у линий 6105-2, 6103-2, 3001, 2096, 2185, 3005, И627411, И627404. Варьирование признака у данных линий составило от 16,4 до 16,8 шт. (с учетом НСР₀₅ = 1,2 см), а у остальных номеров, отмеченных в таблице, превосходство было незначительное.

По признаку фертильность пыльцы (учитывали по 6-балльной системе) все испытуемые номера были на уровне стандартного показателя.

Анализ таблицы 2, по биометрической оценке, линий кукурузы позволил выделить 10 номеров, которые превосходили стандартное значение по нескольким показателям. Так,

линия 2185 превысила показатель стандарта по трем измерениям – высота растений, высота прикрепления хозяйственно годного початка и по количеству листьев.

Изученные в опытах хозяйственные признаки линий кукурузы – высота растений, прикрепления початка, число листьев – являются одними из определяющих звеньев в выборе линий для дальнейшего создания новых высокоурожайных гибридов кукурузы.

В таблице 3 представлен анализ хозяйственно ценных признаков лучших, выделенных в ходе 2-годичных исследований образцов кукурузы коллекции ВИР.

Таблица 3. Анализ элементов продуктивности линий кукурузы коллекции ВИР (среднее за 2019–2020 гг.)
Table 3. Analysis of the productivity elements of maize lines from the VIR collection (average for 2019-2020)

Показатели хозяйственно ценных признаков линий кукурузы коллекции ВИР								
№ п/п	Название линий	Длина початка, см	Количество рядов зерен на початке, шт.	Количество зерен в ряду початка, шт.	Масса 1000 зерен, г	Уборочная влажность, %	Выход зерна, %	Оценка урожая зерна (при пересчете на 14 %-ю влажность), т/га
1	ст. КБ 595	19,8	16,1	33,8	230	18,6	79,6	3,1
2	6097-2/1	19,5	14,2	32,2	216	18,5	80,2	2,7
3	6097-2/2	18,4	14,0	34,1	210	18,7	81,1	1,3
4	6097-4	20,3	16,2	36,1	274	18,4	79,1	1,54
5	6098-2	22,5	14,4	29,6	436	18,8	79,4	1,27
6	6101-1	17,8	12,1	20,2	201	18,4	83,1	2,31
7	6102-2	19,8	12,8	24,6	303	18,2	79,8	3,68
8	6103-2	19,7	18,4	37,4	268	18,8	79,5	3,43
9	6105-2	19,7	16,8	39,8	256	18,5	79,5	2,07
10	6107-2	23,4	12,5	25,6	295	19,8	79,8	3,44
11	6109	20,8	16,2	36,2	309	18,1	80,6	4,01
12	6113	23,4	16,6	34,2	358	20,3	79,8	4,5
13	8668	20,1	18,4	38,6	335	20,2	77,9	3,92
14	8669	19,8	16,8	31,4	270	18,4	80,2	3,01
15	2143	27,1	18,4	46,1	382	18,9	81,2	3,2
16	2126	24,6	16,8	35,8	301	18,3	79,9	2,9
17	2126 А	23,8	18,4	37,6	324	18,5	79,4	2,13
18	2185	23,7	16,4	35,1	248	19,4	83,6	2,34
19	2191	22,0	16,2	34,2	310	18,8	83,5	4,3
20	2142	23,8	18,2	38,4	285	18,0	79,4	1,99
21	2127 А	22,8	16,6	40,2	311	18,5	79,8	3,96
22	5689	18,8	16,8	41,5	258	18,6	79,8	3,34
23	3005	23,2	18,0	44,0	378	18,8	80,3	2,07
24	3001	21,5	18,1	38,8	304	18,4	74,2	3,22
25	3002	19,8	16,8	34,4	237	18,5	87,7	4,04
26	5728	20,1	18,2	41,3	244	18,2	82,6	4,1
27	3015	22,2	16,9	37,2	196	18,8	80,7	4,13
28	5730	19,8	18,0	38,2	216	19,0	80,0	2,46
29	И 627406	23,2	18,2	43,0	369	18,8	83,1	2,58
30	И 627411	25,1	18,4	37,6	393	20,1	80,2	2,97
31	И 627409	21,7	16,4	36,0	332	20,2	79,7	2,67
32	И 627413	25,0	18,4	41,1	339	21,5	79,7	2,47
33	3019	25,2	18,2	46,0	373	20,0	83,6	3,4
34	3022	21,2	18,6	41,0	265	21,2	78,9	3,32
НСР ₀₅		1,3	1,1	3,1	9,8	0,9	3,5	0,9

Как свидетельствуют данные таблицы, по признаку «длина початков» (один из важ-

ных элементов структуры урожая зерна кукурузы) лучшие показатели отмечены у следу-

ющих линий: 6098-2, 6107-2, 6113, 2143, 2126, 2185, 2127А, 3005, 3001, И 627 406, И 627 411, И 627 413, 3019, где варьирование было в пределах 22,5–25,2 см. Необходимо отметить, что данный признак весьма изменчивый, в связи с чем значение его у линий может существенно варьировать в зависимости от условий возделывания. Среди таких показателей, как количество рядов зерен на початке, лучшие результаты наблюдались у 14 линий, а именно: 6103-2, 8668, 2143, 2126А, 2142, 3005, 3001, 5728, 5730, И 627 406, И 627 409, И 627 413, 3019, 3022, где варьирование признака составило от 18,0 до 18,6 шт. А по количеству зерен в ряду выделились 18 номеров – 6103-2, 6105-2, 8668, 2143, 2126А, 2142, 2127А, 5689, 3005, 3001, 5728, 3015, 5730, И 624406, И 627411, И 627413, 3019, 3022 с варьированием данного признака от 37,2 до 46,1 шт.

Очень важный признак в производстве кукурузы – уборочная влажность зерна. В затратах на производство кукурузы послеуборочная сушка часто занимает более 50 % от всех затрат на ее выращивание. Поэтому гибриды с низкой уборочной влажностью зерна пользуются большим спросом в современном производстве (Панфилова и др., 2020). По такому немаловажному показателю, как низкая уборочная влажность зерна, в опыте не было линий, которые превосходили стандартное значение (18,6 %) с учетом $НСР_{05} = 0,9$. По выходу зерна лучшие показатели отмечены у четырех номеров – 2185, 2191, 3002, 3019. Они отличались лучшими результатами (от 83,5 до 87,7 % в сравнении со стандартом 79,6 %), у остальных номеров данный показатель был на уровне 77,9–83,1 %.

Урожайность зерна является одним из основных признаков в характеристике всех сельскохозяйственных культур (Игнатьев, 2021; Кривошеев и Игнатьев, 2018).

Повышение урожайности зерна является основной задачей селекции кукурузы. Анализ

генетической архитектуры урожайности зерна способствует генетическим улучшениям для повышения урожайности (Li et al., 2018).

Проведенный анализ урожайности зерна линий кукурузы коллекции ВИР (при пересчете на 14 %-ю влажность) показал, что за годы исследований наилучшие результаты наблюдались у 6 номеров – 6109, 6113, 2191, 3002, 5728, 3015, где варьирование составило от 4,01 до 4,5 т/га. Следует также отметить, что, помимо урожайности зерна, линии 3015, 6113, 2191 превзошли стандартный вариант еще по нескольким (количество зерен в ряду, длина початка, выход зерна) показателям.

Выводы

1. В ходе проведенных работ (2019–2020 гг.) было изучено и проанализировано 100 линий кукурузы коллекции ВИР по морфологическим и хозяйственно ценным признакам.

2. Сформирован набор выделенных номеров по оценке количественных признаков (высота растений, высота прикрепления хозяйственно годного початка, количество листьев на главном стебле, оценка фертильности мужских соцветий), состоящих из 36 линий. Выполнена выборка по основным хозяйственно полезным признакам (длина початка, количество рядов зерен на початке, количество зерен в ряду початка, масса 1000 зерен, уборочная влажность, выход зерна, оценка урожая зерна (при пересчете на 14 %-ю влажность) в количестве 33 номеров.

3. Выделенные образцы кукурузы коллекции ВИР – 6109, 6113, 2191, 2185, 3002, 3005, 5728, 3015, 3019, И 627404, И 627411 как по количественным, так и по показателям хозяйственно ценных признаков используются в селекционной работе ИСХ КБНЦ РАН по получению новых, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам среды, отличающихся низкой влагоотдачей высокоурожайных гибридов кукурузы (зернового и силосного назначения) группы спелости ФАО 400-500.

Библиографические ссылки

1. Аппаев С. П., Кагермазов А. М., Хачидогов А. В., Бижоев М. В. Оценка новых гибридов кукурузы в условиях предгорной зоны КБР // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52, № 6. С. 29–35. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-6-3
2. Бижоев М. В., Кагермазов А. М., Хачидогов А. В., Бижоев Р. В. Изучение линий восковидной кукурузы коллекции ВИР по количественным и хозяйственно полезным признакам в КБР // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 99. С. 71–78. DOI: 10.21515/1999-1703-99-71-78
3. Гурин А. Г., Евдакова М. В. Сравнительное сортоизучение гибридов кукурузы различного эколого-географического происхождения в условиях Орловской области // Вестник аграрной науки. 2020. № 4(85). С. 3–8. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.3
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
5. Игнатьев А. С. Оценка новых самопыленных линий и гибридов восковидной кукурузы (*Zea mays* L. *Ceratina*) // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2 (74). С. 22–26. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-22-26
6. Кагермазов А. М., Хачидогов А. В. Изучение образцов кукурузы коллекции ВИР по основным фенотипическим признакам в предгорной зоне КБР // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 2(34). С. 57–61. DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-34-57-61
7. Кривошеев Г. Я., Игнатьев Г. С. Оптимизация параметров количественных признаков гибридов кукурузы зернового использования // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 35–39. DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-35-39
8. Кукеков, В. Г. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ видов *Zea mays* L. Ленинград: ВИР, 1977. 80 с.

9. Панфилова О.Н., Чугунова Е.В., Авилова Ю.А., Дерунова С.Н., Буравлев А.П. Значение селекционного индекса новых гибридов кукурузы на зерно при выращивании на богаре и при орошении // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 3. С. 23–28. DOI: 10.28983/asj.y2020i3
10. Перченко Н.А., Сергеева О.Н. Испытание ультраскороспелых гибридов кукурузы французской селекции для производства зерна в условиях Томской области // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 2(74). С. 27–33. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-27-33
11. Сотченко В.С., Горбачева А.Г., Багринцева В.Н., Сотченко Е.Ф., Лавренчук Н.Ф., Супрунов А.И., Малаканова В.П., Жуков Н.И., Смирнова Л.А. Методические указания по производству гибридных семян кукурузы. Пятигорск: Колос, 2019. 27 с.
12. Шмараев Г.Е. Изучение и поддержание образцов коллекции кукурузы: (методические указания). Ленинград: ВИР, 1985. 49 с.
13. Шпилев Н.С., Ториков В.Е., Сычев С.М., Лебедев Л.В., Сычева И.В. Инновации в селекционно-семеноводческом процессе зерновых культур // *Аграрная наука*. 2022. № 9. С. 92–97. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-92-97
14. Appaev S. P., Kagermazov A. M., Khachidogov A. V., Bizhoyev M., Khatefov E. 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. Vol. 262, Article number: 01010. DOI: 10.1051/e3sconf/202126201010
15. Li T., Qu J., Wang Y., Chang L., He K., Guo D., Zhang X., Xu S., Xue J. Genetic characterization of inbred lines from Shaan A and B groups for identifying loci associated with maize grain yield // *BMC Genet*. 2018. Vol. 19 (1), Article number: 63. DOI: 10.1186/s12863-018-0669-9
16. Ta'awu O. G., Kamalvanshi V., John S. Cost and profitability analysis of corn production (*Zea Mays* L) in Adamawa State, Nigeria // *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*. 2023. Vol. 11(1), P. 24–37. DOI:10.24203/ajafs.v11i2.7165
17. Zhao Y., Su C. Mapping quantitative trait loci for yield-related traits and predicting candidate genes for grain weight in maize // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9(1), Article number: 16112. DOI: 10.1038/s41598-019-52222-5

References

1. Appaev S.P., Kagermazov A.M., Khachidogov A.V., Bizhoyev M.V. Otsenka novykh gibridov kukuruzy v usloviyakh predgornoi zony KBR [Estimation of new maize hybrids in the foothill zone of the KBR] // *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2022. T. 52, № 6. S. 29–35. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-6-3
2. Bizhoyev M.V., Kagermazov A.M., Khachidogov A.V., Bizhoyev R.V. Izuchenie linii voskovidnoi kukuruzy kolleksii VIR po kolichestvennym i khozyaistvenno-poleznym priznakam v KBR [Study of waxy maize lines from the VIR collection based on quantitative and economically valuable traits in the KBR] // *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022. № 99. S. 71–78. DOI: 10.21515/1999-1703-99-71-78
3. Gurin A.G., Evdakova M.V. Srovnitel'noe sortoizuchenie gibridov kukuruzy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyakh Orlovskoi oblasti [Comparative variety testing of maize hybrids of various ecological and geographical origins in the Oryol region] // *Vestnik agrarnoi nauki*. 2020. № 4(85). S. 3–8. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.3
4. Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
5. Ignat'ev, A.S. Otsenka novykh samoopylennykh linii i gibridov voskovidnoi kukuruzy (*Zea mays* L. Ceratina) [Estimation of the new self-pollinated lines and hybrids of waxy maize (*Zea mays* L. Ceratina)] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2021. № 2 (74). S. 22–26. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-22-26
6. Kagermazov A.M., Khachidogov A.V. Izuchenie obraztsov kukuruzy kolleksii VIR po osnovnym fenotipicheskim priznakam v predgornoi zony KBR [Study of maize samples from the VIR collection according to the main phenotypic characteristics in the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic] // *Vestnik APK Stavropol'ya*. 2019. № 2(34). S. 57–61. DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-34-57-61
7. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev G.S. Optimizatsiya parametrov kolichestvennykh priznakov gibridov kukuruzy zernovogo ispol'zovaniya [Optimization of parameters of quantitative traits of maize hybrids for grain use] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2018. № 5(59). S. 35–39. DOI 10.31367/2079- 8725-2018-59-5-35-39
8. Kukekov, V.G. Shirokii unifitsirovannyi klassifikator SEV i mezhdunarodnyi klassifikator SEV vidov *Zea mays* L. [Wide unified classifier COMECON and international classifier COMECON of the species *Zea mays* L.] Ленинград: ВИР, 1977. 80 с.
9. Panfilova O.N., Chugunova E.V., Avilova Yu. A., Derunova S.N., Buravlev A.P. Znachenie selektsionnogo indeksa novykh gibridov kukuruzy na zerno pri vyrashchivaniy na bogare i pri oroshenii [The value of the breeding index of new maize hybrids for grain when grown on rainfed land and under irrigation] // *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. 2020. № 3. S. 23–28. DOI: 10.28983/asj.y2020i3
10. Perchenko N.A., Sergeeva O.N. Ispytanie ul'traskorospelykh gibridov kukuruzy frantsuzskoi selektsii dlya proizvodstva zerna v usloviyakh Tomskoi oblasti [Testing ultra-early maturing maize hybrids of French breeding for grain production in the Tomsk region] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2021. № 2(74). S. 27–33. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-27-33
11. Сотченко В.С., Горбачева А.Г., Багринцева В.Н., Сотченко Е.Ф., Лавренчук Н.Ф., Супрунов А.И., Малаканова В.П., Жуков Н.И., Смирнова Л.А. Методические указания по производству гибридных семян кукурузы [Methodical recommendations for the production of hybrid maize seeds]. P'yatigorsk: Kolos, 2019. 27 с.
12. Shmaraev, G.E. Izuchenie i podderzhanie obraztsov kolleksii kukuruzy: (metodicheskie ukazaniya) [Study and maintenance of collection maize samples: (guidelines)]. Ленинград: ВИР, 1985. 49 с.

13. Shpilev N. S., Torikov V. E., Sychev S. M., Lebed'ko L. V., Sycheva I. V. Innovatsii v selektsionno-semenovodcheskom protsesse zernovykh kul'tur [Innovations in the breeding and seed-production process of grain crops] // Agrarnaya nauka. 2022. № 9. S. 92–97. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-92-97)
14. Appaev S. P., Kagermazov A. M., Khachidogov A. V., Bizhoyev M., Khatefov E. 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. Vol. 262, Article number: 01010. DOI: 10.1051/e3sconf/202126201010
15. Li T., Qu J., Wang Y., Chang L., He K., Guo D., Zhang X., Xu S., Xue J. Genetic characterization of inbred lines from Shaan A and B groups for identifying loci associated with maize grain yield // BMC Genet. 2018. Vol. 19 (1), Article number: 63. DOI: 10.1186/s12863-018-0669-9
16. Ta'awu O. G., Kamalvanshi V., John S. Cost and profitability analysis of corn production (Zea Mays L) in Adamawa State, Nigeria // Asian Journal of Agriculture and Food Sciences. 2023. Vol. 11(1). P. 24–37. DOI:10.24203/ajafs.v11i2.7165
17. Zhao Y., Su C. Mapping quantitative trait loci for yield-related traits and predicting candidate genes for grain weight in maize // Scientific Reports. 2019. Vol. 9(1), Article number: 16112. DOI: 10.1038/s41598-019-52222-5

Поступила: 19.07.23; доработана после рецензирования: 15.09.23; принята к публикации: 15.09.23.

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

Конфликт интересов. Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Кагермазов А. М. – обзор литературы, анализ данных и написание статьи; Хачидогов А. В. – выполнение полевых опытов, сбор данных и математическая обработка.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.