

УДК 633.152

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-103-111

EDN: UWNPAF

Корреляционная связь между хозяйственно полезными признаками у линий сахарной кукурузы

Е. Ф. Сотченко, Е. А. Конарева

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

Аннотация. Для создания высокопродуктивных гибридов кукурузы необходимо иметь качественный линейный материал инбредных линий, которые должны обладать рядом хозяйственно полезных признаков, а также быть адаптированными к агроклиматическим условиям. В данной статье представлен результат изучения хозяйственно полезных признаков линий сахарной кукурузы и взаимосвязи этих признаков между собой, а также влияния погодных условий на формирование данных признаков за период с 2020 по 2022 год. Все выбранные линии представлены из имеющегося материала в коллекции ФГБНУ ВНИИ кукурузы, который расположен в Предгорной зоне Ставропольского края – г. Пятигорске. Объектом исследований послужили 10 линий сахарной кукурузы, созданных селекционерами нашего института. В ходе изучения выявлена прямая корреляционная зависимость между такими хозяйственно полезными признаками, как высота растения и высота прикрепления початка ($r = 0,92$), количество дней до цветения початка и высота растений ($r = 0,99$), масса 1000 семян и количество рядов ($r = 0,78$) и др., которые оказываются в прямой взаимосвязи между собой, а также обнаружены хозяйственно полезные признаки, которые не имеют никакой зависимости между вариациями, например: продолжительность периода «всходы – цветение початка» и длина початка ($r = -0,68$), масса зерна с початка и масса 1000 зерен ($r = -0,63$), масса зерна с початка и высота растения ($r = -0,80$) и др. На основе полученных результатов исследования даны рекомендации практической селекции, которые пригодятся для создания гибридов нового поколения.

Ключевые слова: кукуруза, инбредные линии, коэффициент корреляции, корреляционные взаимодействия, хозяйственно ценные признаки

Поступила 02.05.2024, одобрена после рецензирования 22.05.2024, принята к публикации 27.05.2024

Для цитирования. Сотченко Е. Ф., Конарева Е. А. Корреляционная связь между хозяйственно полезными признаками у линий сахарной кукурузы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 103–111. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-103-111

Original article

Correlation between economically useful traits in sugar corn lines

E.F. Sotchenko, E.A. Konareva

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

Abstract. To create highly productive corn hybrids, it is necessary to have high-quality linear material of inbred lines, which must have a number of economically useful traits, as well as be adapted to agroclimatic conditions. This article presents the result of a study of economically useful traits of sweet

corn lines and their interrelationship, as well as the influence of weather conditions on the formation of these traits for the period from 2020 to 2022 research. All selected lines are presented from the available material in the collection of the Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute of Corn, which is located in the Foothill zone of the Stavropol Territory, Pyatigorsk. The object of the research was 10 lines of sweet corn created by breeders of our institute. The study revealed a direct correlation between such economically useful traits as plant height and height of attachment of the cob ($r = 0.92$), the number of days before flowering of the cob and plant height ($r = 0.99$), the weight of 1000 seeds and the number rows ($r = 0.78$), and other characteristics that are in direct relationship with each other, as well as economically useful characteristics that do not bear any relationship between variations, for example: the duration of the germination period – flowering of the cob and the length of the cob ($r = -0.68$), grain weight per cob and weight of 1000 grains ($r = -0.63$), grain weight per cob and plant height ($r = -0.80$), etc. Based on the research results, recommendations for practical selection are given, which will be useful for creating new generation hybrids.

Keywords: corn, inbred lines, correlation coefficient, correlation interactions, economically valuable traits

Submitted 02.05.2024,

approved after reviewing 22.05.2024,

accepted for publication 27.05.2024

For citation. Sotchenko E.F., Konareva E.A. Correlation between economically useful traits in sugar corn lines. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 103–111. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-103-111

ВВЕДЕНИЕ

Одной из востребованных высокоурожайных культур является кукуруза, а наиболее востребована сахарная, ее достоинства значительно выше, чем у других подвидов [1]. Сахарная кукуруза относится к овощным культурам и по питательной ценности занимает одно из ведущих мест. С каждым годом спрос на данный вид продукта увеличивается, однако ассортимент ее намного меньше, чем зернофуражной кукурузы, в связи с этим селекционерами нашего и других институтов постоянно ведется работа по созданию новых гибридов и линий сахарной кукурузы. Эффективность селекционной работы по созданию высокогетерозисных урожайных гибридов кукурузы в большей степени зависит от правильности подбора родительских форм, участвующих в скрещиваниях [2]. Для создания гибрида кукурузы нужен исходный материал, отвечающий требованиям зоны семеноводства и дающий высокопродуктивные гибриды [3]. Исходным материалом в селекционной работе могут служить как линии (для создания простых гибридов), так и простые гибриды (для создания трехлинейных и двойных гибридов). Создание линий – это достаточно долгий и трудоемкий процесс, на создание одной линии требуется пять-семь лет. Создание, изучение, выделение и использование исходного материала являются важнейшими условиями результативности любого направления селекционной работы [4]. Инбредные линии должны обладать рядом хозяйственно полезных признаков, а также быть адаптированными к агроклиматическим условиям. Если принять во внимание, что климатические условия из года в год отличаются, то и для изучения каждого хозяйственно ценного признака может потребоваться в несколько раз больше времени, однако это неотъемлемая и немаловажная часть работы селекционеров. Важно также осознавать, что созданный и проверенный в определенной климатической зоне материал (линии кукурузы) пригоден лишь для той зоны, в которой он создан, в других климатических условиях проводить работу с ним нецелесообразно. Классификация исходного материала на ранних этапах селекции является неотъемлемой частью в

современных селекционных программах [5]. Прежде чем начать работу по созданию гибридов, новые самоопыленные линии тщательно изучаются по ряду селекционно-ценных признаков, а также их наследованию и зависимости от различных условий среды. Для более полного анализа хозяйственной ценности линий важно определить корреляционную связь между наследуемыми признаками инбредных линий в конкретной экологической подгруппе. Обнаружение и определение величины таких корреляционных связей помогают более четко составлять план селекционной работы, повышать эффективность труда селекционера. В данной статье приведены результаты изучения корреляционных связей между основными хозяйственно ценными признаками у инбредных линий сахарной кукурузы, созданных в ФГБНУ ВНИИ кукурузы г. Пятигорска.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для исследования было выбрано 10 линий сахарной кукурузы, отобранных по комплексу признаков из коллекции линий, созданных в ФГБНУ ВНИИК с 2015 по 2022 г. Набор линий различается по продолжительности вегетационного периода и морфологическим признакам [6]. Выбранные нами линии изучали по комплексу хозяйственно полезных признаков: высота растений, высота прикрепления початка, урожай зерна, биометрические показатели початков и другие фенологические наблюдения. Элементы структуры урожая корреляционно связаны с урожаем зерна, хотя и вносят незначительный вклад в формирование продуктивности растений [7]. Изучение проводили в 2020–2022 гг. Погодные условия по годам исследования имеют значительное различие, особенно по количеству выпавших осадков за весь период вегетации растений с апреля по сентябрь (табл. 1). Самый благоприятный для роста и развития кукурузы 2021 г., среднесуточная температура воздуха комфортная, май теплый и влажный, что способствовало хорошему росту и развитию растений сахарной кукурузы. Июнь и июль – месяцы, в которые идет закладка початка, а также цветение и налив зерна, – не слишком жаркие, и осадков выпало достаточное количество. Август жаркий и влажный, количество выпавших осадков превысило среднемноголетнее значение на 52,1 мм. Несмотря на то, что за три взятые нами года исследований среднесуточная температура воздуха по месяцам существенно отличается, в сумме за весь период вегетации растений кукурузы (апрель-сентябрь) по годам она практически одинаковая и превышает среднемноголетнее значение. По количеству выпавших осадков за весь период самый влажный 2021 г., а самый сухой – 2022-й.

Таблица 1. Метеорологические условия за период вегетации, апрель-август 2020–2022 гг.

Table 1. Meteorological conditions during the growing season, April-August 2020-2022

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, t ⁰ C				Количество выпавших осадков, мм			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	средняя многолетняя	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее многолетнее
Апрель	8,1	11,1	12,4	9,4	20,0	13,8	13,0	34,4
Май	15,2	17,4	14,2	16,1	134,7	94,3	80,3	96,9
Июнь	21,7	20,9	21,1	20,4	56,7	63,9	92,5	95,9
Июль	23,9	23,8	22,5	22,5	18,0	73,5	7,4	73,3
Август	21,9	24,3	24,3	21,0	65,1	78,1	1,2	26,0
Сентябрь	18,3	15,2	18,3	16,1	5,5	72,5	53,5	46,4
	18,2	18,8	18,8	17,6	300,0	396,1	247,9	372,9

Почвенный покров хозяйства представлен черноземами обыкновенными. Земли характеризуются тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, физические свойства черноземов хорошие. В опытах делянки двухрядковые, S ряда – 4,9 м², размещение вариантов систематизированное, сеяли в двух повторениях сажалками-хлопушками. В работе с исходным материалом важную роль играют количественные признаки элементов продуктивности. Полную характеристику новых линий кукурузы можно получить лишь при оценке их количественных признаков [8]. В ходе работы нами проводились следующие измерения и учеты: продолжительность периода «всходы – цветение метелки», продолжительность периода «всходы – цветение початка», высота растения, высота прикрепления верхнего початка, вес сухого початка, длина початка, диаметр початка, число рядов зерен и масса зерна с початка, масса 1000 семян, урожай зерна в пересчете на стандартную 14 % влажность и густоту стояния растений 60 тыс. на 1 га. Коэффициенты корреляции Пирсона (r) рассчитывались по методике, изложенной Б. А. Доспеховым [9], для всей изучаемой группы линий. Значение коэффициента корреляции r от 0 до 0,500 показывает слабую корреляционную связь между признаками, от 0,501 до 0,700 – среднюю и от 0,701 до 0,999 – сильную.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выбранные для изучения линии по группам спелости распределились на три подгруппы: раннеспелые – 4 линии, 43–54 дня от всходов до цветения початка; среднеранние – 4 линии, 56–63 дня; среднепоздние – 2 линии, 70–74 дня. В период вегетации велись наблюдения за посевами и фиксировались внешние условия: среднесуточная сумма температуры воздуха и количество выпавших осадков. Сумма эффективных температур (СЭТ) в 2020 г. составила 2508,2⁰С, а количество выпавших осадков – 274,5 мм; в 2021 г. СЭТ = 2659,9⁰С, количество выпавших осадков – 309,8 мм; в 2022 г. СЭТ = 3024,8, осадков за период вегетации выпало 181,4 мм. Проанализировав погодные условия и количество выпавших осадков, мы выявили, что самый большой урожай показывали линии в 2021 г., а самый низкий – в 2022 г. Однако даже в неблагоприятном по погодным условиям 2022 г. (засушливый и жаркий) линии сахарной кукурузы показывали хороший урожай зерна, лишь у позднеспелых линий РМ 443 и РМ 428 замечено снижение урожая зерна. Линия РМ 428 показала самый хороший урожай зерна в 2021 г., он составил 4,5 т/га, а в более засушливом 2022 г. – 3,0 т/га; линия РМ 443 – 3,2 т/га (2022 г.) и 5,4 т/га (2021 г.). Анализ показал, что выбранные нами линии дают стабильные урожаи при различных климатических условиях и хорошо адаптированы к их изменениям. Это играет немаловажную роль при составлении родительских пар в создании новых гибридов, приспособленных к различным изменениям климата. В рабочей коллекции самоопыленных линий выделены генетические источники основных хозяйственно полезных признаков, что позволяет оптимизировать селекционный процесс по созданию новых высокопродуктивных гибридов сахарной кукурузы [10]. Характеристика изучаемых линий сахарной кукурузы представлена в таблице 2, данные в таблице усредненные за три года.

Таблица 2. Характеристика линий сахарной кукурузы по основным хозяйственно полезным признакам
Table 2. Characteristics of sweet corn lines according to the main economically useful traits

Линии	Количество дней от всходов до цветения метелки/початка	Высота растений, см	Высота прикрепления початка, см	Масса 1000 зерен	Длина початка, см	Количество рядов, шт.	Зерен в ряду, шт.	Диаметр початка, см	Урожай зерна при 14 % Влажности, т/га	Вес сухого початка, г	Масса зерна с початка, г	Количество зерен с початка, шт.
Раннеспелая группа												
PM 425	40/43	107	25	220	10,0	14	23	3,2	4,2	91,5	70,4	320
PM 403	47/50	98	22	180	7,5	14	21	3,0	3,1	68,00	52,2	290
PM 405	47/52	100	22	140	10,0	14	24	3,4	2,8	61,40	47,2	337
PM 422	49/54	125	30	215	11,0	14	26	3,5	4,7	101,8	78,3	364
Среднеранняя группа												
PM 449	54/56	130	40	155	10,5	14	25	3,5	3,2	70,1	53,9	348
PM 460	57/59	130	40	185	13,0	16	28	4,0	5,4	117,4	90,3	488
PM 461	58/60	125	40	190	12,0	18	27	4,2	5,5	118,6	91,2	480
PM 482	61/63	140	40	205	14,5	18	29	4,0	6,4	138,6	106,6	520
Среднепоздняя группа												
PM 428	66/70	125	50	165	11,0	16	28	3,7	4,4	96,1	73,9	443
PM 443	70/74	170	70	210	13,5	18	32	4,5	6,9	150,2	115,5	550

Из таблицы 2 видно, что чем позднее группа спелости, тем дольше продолжительность межфазного периода «всходы – цветение метелки и початка», а также высота растений и прикрепления початка. Линии раннеспелой группы ниже, чем более поздние. Биометрические показатели початков не имеют прямой зависимости от группы спелости и разнятся между собой так же, как и масса 1000 зерен. Самая большая она у раннеспелой линии PM 425, при этом урожай зерна у нее в среднем диапазоне. Высокий урожай зерна при пересчете на 14% влажность в среднем за три года исследований у среднепоздней линии PM 443, она же и является самой позднеспелой из выбранных для изучения линий. Высота растений и прикрепления верхнего початка варьировала от 98 до 170 см и от 22 до 70 см соответственно. Высота растений кукурузы тесно коррелирует со многими морфологическими признаками и элементами продуктивности, она служит важным показателем при подборе родительских пар на участках гибридизации. Мы провели корреляционный анализ между хозяйственно полезными признаками у всех групп линий. Корреляция – это статистическая зависимость между случайными величинами, не имеющими строго функционального характера, при которой изменение одной из случайных величин приводит к изменению математического ожидания другой. Значения коэффициентов корреляции по всем изучаемым в опыте признакам приведены в таблице 3.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции (r) между основными хозяйственно полезными признаками у изучаемой группы инбредных линий сахарной кукурузы селекции ФГБНУ ВНИИК

Table 3. Correlation coefficients (r) among the main economically useful traits in the studied group of inbred lines of sweet corn selected by FGBNU VNIİK

	Количество дней от всходов до цветения початка	Высота растений	Высота прикрепления верхнего початка	Вес сухого початка	Длина початка	Диаметр початка	Количество рядов	Количество зерен в ряду	Количество зерна с початка	Масса зерна с початка	Масса 1000 зерен	Урожай зерна
Количество дней от всходов до цветения початка		0,996		0,856	-0,682		0,769	-0,890		-0,678	0,759	0,727
Высота растений	0,996		0,916	-0,667	-0,716		-0,771	-0,942		-0,804		
Высота прикрепления верхнего початка		0,916		-0,833							-0,737	-0,820
Вес сухого початка			-0,833		0,856		0,900	0,944		0,910	0,722	1,000
Длина початка	-0,682			-0,856					0,922	0,824	0,711	0,980
Диаметр початка	-1,558				1,6		1,566	1,8			1,044	1,6
Количество рядов	0,769			0,900		1,566		0,810		0,816	-0,783	
Количество зерен в ряду	0,890			0,944			0,810		0,933	0,811	-0,658	0,922
Количество зерна с початка					0,922			0,933				0,927
Масса зерна с початка	-0,678	-0,804		0,910	0,802		0,816				-0,627	0,778
Масса 1000 зерен	0,759	-0,680	-0,737	0,722	0,711	1,044	0,783	-0,658		-0,627		0,778
Урожай зерна	0,727			1,000	0,980			0,922	0,927	0,778	0,778	

Для всей группы выбранных нами линий сахарной кукурузы после вычисления коэффициентов корреляции (r) (табл. 3) обнаружены положительные корреляционные связи между следующими парами хозяйственно полезных признаков: высота прикрепления верхнего початка и высота растения ($r = 0,92$), количество дней до цветения початка и высота растений ($r=0,99$), вес сухого початка и масса зерна с початка ($r = 0,91$), вес сухого початка и количество зерен в ряду ($r = 0,94$), вес сухого початка и длина початка ($r = 0,86$), масса 1000 зерен и вес сухого початка ($r = 0,72$), масса 1000 зерен и количество рядов ($r = 0,78$), количество зерен в ряду и число зерен в початке ($r = 0,93$), количество зерен в ряду и масса зерна с початка ($r = 0,81$), масса 1000 семян и длина початка ($r = 0,71$), вес сухого початка и масса 1000 зерен ($r = 0,72$), масса зерна с початка и количество рядов ($r = 0,82$), количество зерен в ряду и количество зерен в початке ($r = 0,93$), количество рядов и вес сухого початка ($r = 0,90$), урожай зерна и длина початка ($r = 0,98$), урожай зерна и количество зерен в ряду ($r = 0,92$), урожай зерна и количество зерен в початке ($r = 0,93$). Отрицательная корреляционная связь обнаружена между признаками продолжительность периода «всходы – цветение початка» и масса зерна с початка ($r = -0,69$), высота растения и вес сухого початка ($r = -0,69$), высота прикрепления початка и масса 1000 зерен ($r = -0,74$), продолжительность

периода «всходы – цветение початка» и длина початка ($r = -0,68$), масса зерна с початка и масса 1000 зерен ($r = -0,63$), масса зерна с початка и высота растения ($r = -0,80$), количество зерен в ряду и масса 1000 зерен ($r = -0,66$), количество рядов и масса 1000 зерен ($r = -0,78$), продолжительность периода «всходы – цветение початка» и количество зерен в ряду ($r = -0,89$), длина початка и вес сухого початка ($r = -0,86$), высота растения и количество рядов ($r = -0,77$), урожай зерна и высота прикрепления початка ($r = -0,82$), высота растений и масса зерна с початка ($r = -0,80$), длина початка и высота растений ($r = -0,72$), количество зерен в ряду и высота растений ($r = -0,94$). Значениями коэффициента корреляции связаны следующие признаки: число зерен в ряду и урожай зерна, длина початка и урожай зерна, урожай зерна и число зерен в ряду, длина початка и количество зерен в початке, длина початка и вес сухого початка, масса зерна с початка и количество зерен с початка. С количеством зерен на початке положительная корреляционная зависимость была установлена лишь с количеством рядов зерен на початке. Определение величины корреляционных связей изучаемых инбредных линий сахарной кукурузы позволяет установить генетические особенности и использовать их в практической селекции для создания гибридов.

Выводы

При создании гибридов сахарной кукурузы наибольшей продуктивности необходимо учитывать следующие сильные корреляционные связи между такими хозяйственно полезными признаками, как высота растений и высота прикрепления початка, масса зерна с початка и урожай зерна, масса 1000 зерен и урожай зерна, длина початка и масса початка. Высота растений напрямую зависит от количества дней от всходов до цветения початка, чем больше количество дней, то есть группа спелости, тем выше растение. Но необходимо отметить, что группа спелости никак не связана с массой 1000 зерен и количеством рядов и зерен в ряду, длиной початка и массой зерна с початка. Для составления родительских пар при создании гибридов необходимо учитывать влияние этих хозяйственно полезных признаков друг на друга. Кроме этого, необходимо отметить, что созданные в нашем институте линии сахарной кукурузы хорошо адаптированы к изменениям климата и дают стабильные урожаи зерна даже при неблагоприятных погодных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова А. С., Петелин И. С. Сахарная кукуруза в Центральной зоне Краснодарского края. Материалы VIII международной научно-практической конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки». Симферополь, 2023. С. 14.
2. Лемешев Н. А., Гульняшкин А. В., Новичихин А. П., Варламова И. Н. Изучение и оценка новых линий кукурузы на специфическую комбинационную способность в диаллельных скрещиваниях. Сб. трудов: Материалы международной научно-практической конференции «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства». 7 февраля 2018 года. С. 245–248.
3. 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
4. Сотченко В. С., Горбачева А. Г., Ветошкина И. А., Орлянская Н. А. Характеристика элитных линий кукурузы по основным хозяйственно ценным признакам. Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 2(100). С. 60–67. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-60-67

5. Федорова А. А., Лемешева А. В. Классификация новых инбредных линий кукурузы посредством кластерного анализа. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 96. С. 189–193. DOI: 10.21515/1999-1703-96-189-193
6. Сотченко Ю. В., Галговская Л. А., Теркина О. В. и др. Изучение новых инбредных линий кукурузы селекции ВНИИК. Кукуруза и сорго. 2019. № 1. С. 30–34. DOI: 10.25715/KS.2019.1.26879
7. Волков Д. П., Зайцев А. С., Бабушкин Д. Д., Рожков П. Ю. Параметры структуры урожая кукурузы в диаллельной схеме // Сб. трудов конференции «Актуальные проблемы развития научных исследований и инноваций в сельскохозяйственном производстве». Белгород, 2023. С. 241–246.
8. Лемешев Н. А., Земцев А. А., Гульняшкин А. В. Характеристика новых самоопыленных линий кукурузы на продуктивность и количественные признаки ее компонентов // Сб. международной научно-практической конференции с элементами школы молодых ученых «Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства». Краснодар, 2019. С. 51–55.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. С. 228–261.
10. Сотченко В. С., Сотченко Е. Ф., Конарева Е. А. Изучение исходного материала для селекции сахарной кукурузы в Предгорной зоне Ставропольского края // Кукуруза и сорго. 2018. № 1. С. 15–20. EDN: YTPHUO

REFERENCES

1. Volkova A.S., Petelin I.S. Sweet corn in the Central zone of the Krasnodar Territory. *Materialy VIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennoye sostoyaniye, problemy i perspektivy razvitiya agrarnoy nauki»* [Materials of the VIII international scientific and practical conference “Current state, problems and prospects for the development of agricultural science”]. Simferopol, 2023. P. 14. (In Russian)
2. Lemeshev N.A., Gulnyashkin A.V., Novichikhin A.P., Varlamova I.N. Study and evaluation of new maize lines for specific combinative ability in diallelic crosses. *Sb. trudov Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Resursoberezheniye i adaptivnost' v tekhnologiyakh vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i pererabotki produktsii rasteniyevodstva»* [Sat. proceedings Materials of the international scientific and practical conference “Resource saving and adaptability in technologies for cultivating agricultural crops and processing crop products”]. 2018. Pp. 245–248. (In Russian)
3. Galgovskaya L.A., Terkina O.V., Romanova A.N. Combination ability of new inbred corn lines bred by VNIK. *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. (In Russian)
4. Sotchenko V.S., Gorbacheva A.G., Vetoshkina I.A., Orlyanskaya N.A. Characteristics of elite corn lines according to the main economically valuable traits. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2021. No. 2(100). Pp. 60–67. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-60-67. (In Russian)
5. Fedorova A.A., Lemesheva A.V. Classification of new maize inbred lines using cluster analysis. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2022. No. 96. Pp. 189–193. DOI: 10.21515/1999-1703-96-189-193. (In Russian)
6. Sotchenko Yu.V., Galgovskaya L.A., Terkina O.V., Romanova A.N., Pozdnyakov A.Yu., Zhirkova E.V. Study of new inbred lines of corn selected by VNIK. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2019. No. 1. Pp. 30–34. DOI: 10.25715/KS.2019.1.26879. (In Russian)

7. Volkov D.P., Zaitsev A.S., Babushkin D.D., Rozhkov P.Yu. Parameters of the corn yield structure in a diallelic scheme. *Sb. trudov konferentsii «Aktual'nyye problemy razvitiya nauchnykh issledovaniy i innovatsiy v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve»* [Sat. proceedings of the conference «Current problems in the development of scientific research and innovation in agricultural production»]. Belgorod, 2023. Pp. 241–246. (In Russian)

8. Lemeshev N.A., Zemtsev A.A., Gulnyashkin A.V. Characteristics of new self-pollinated lines of corn for productivity and quantitative traits of its components. *Sb. Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s elementami shkoly molodykh uchenykh «Nauchnyye priority adaptivnoy intensivifikatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva»* [Sat. International scientific and practical conference with elements of a school for young scientists «Scientific priorities of adaptive intensification of agricultural production»]. Krasnodar, 2019. Pp. 51–55. (In Russian)

9. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment methodology]. Moscow: Agropromizdat, 1985. Pp. 228–261. (In Russian)

10. Sotchenko V.S., Sotchenko E.F., Konareva E.A. Study of source material for sweet corn breeding in the Foothill zone of the Stavropol Territory. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2018. No. 1. Pp. 15–20. EDN: YTPHUO. (In Russian)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Сотченко Елена Федоровна, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. отдела селекции на иммунитет, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;

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

elena.minencova@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3451-155X>, SPIN-код: 7669-0336

Конарева Елена Анатольевна, ст. науч. сотр. отдела селекции на иммунитет, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;

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

ea7514@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6781-3186>, SPIN-код: 8573-8442

Information about the authors

Elena F. Sotchenko, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Department of Breeding for Immunity, All-Russian research scientific institute of corn;

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

elena.minencova@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3451-155X>, SPIN-code: 7669-0336

Elena A. Konareva, Senior Researcher, Department of Breeding for Immunity, All-Russian research scientific institute of corn;

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

ea7514@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6781-3186>, SPIN-code: 8573-8442