



Оценка влияния абиотических факторов внешней среды на формирование элементов структуры початка сортообразцов сахарной кукурузы в условиях Саратовской области

© 2025. С. А. Гусева✉, О. С. Носко, О. С. Башинская, Д. Д. Бабушкин
ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов, Российская Федерация

Для успешного возделывания и производства сахарной кукурузы (*Zea mays var. saccharata*) в зоне рискованного земледелия необходимо детальное изучение адаптивной способности новых сортов и гибридов. Цель исследований – оценка 47 сортообразцов сахарной кукурузы по реакции количественных признаков початка на воздействие абиотических факторов среды в условиях Правобережья Саратовской области (зона засушливых степей, климат континентальный умеренных широт, почвы – чернозём южный). Исследования проводили в 2021–2023 гг. Периоды вегетации со II декады мая по I декаду сентября характеризовались близкими значениями гидротермического коэффициента (ГТК): 2021 г. – 0,62, 2022 г. – 0,75, 2023 г. – 0,69, но значительно различались распределением осадков и температуры воздуха по месяцам. В результате исследований определена доля влияния факторов «генотип», «год», их взаимодействия, а также неучтенного фактора на изменчивость изучаемых признаков сортообразцов сахарной кукурузы. Установлено, что вариабельность диаметра початка, числа зерен в ряду в наибольшей степени зависела от фактора «год» (46,48 и 37,57 % соответственно); длины початка, количества рядов и числа зёрен в початке – от фактора «генотип» (55,70; 54,53 и 36,49 % соответственно), длина озерненной части початка – от взаимодействия факторов (32,87 %). При этом были выделены образцы, у которых по признаку «количество зерен в початке» стабильные высокие средние показатели отмечали все три года опыта – Цукерка, к-4455, к-4471, к-4840, к-1976, к-5811. Большинство изучаемых генотипов по показателю экологической пластичности H_i (С. П. Мартынов, 1989) обладали средней степенью устойчивости к воздействию окружающей среды, среди них наиболее стабильные – Улада, к-4475, Забава, к-4468, к-4456, к-5768, к-5467, к-103. В дальнейшем они будут использованы в топкроссных скрещиваниях для оценки комбинационной способности.

Ключевые слова: коллекционный питомник, двухфакторный анализ, фактор генотипа, фактор окружающей среды, взаимодействие факторов, стабильность, длина початка, диаметр початка, количество зерен с одного початка

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (тема №082-00219-21-00, 123011200033-0, 123020800158-6 за 2021–2023 гг.).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной статьи.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гусева С. А., Носко О. С., Башинская О. С., Бабушкин Д. Д. Оценка влияния абиотических факторов внешней среды на формирование элементов структуры початка сортообразцов сахарной кукурузы в условиях Саратовской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025;26(1):70–81.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.1.70-81>

Поступила: 21.11.2024

Принята к публикации: 06.02.2025

Опубликована онлайн: 26.02.2025

Evaluation of the influence of abiotic environmental factors on the cob structure elements formation of sweet corn cultivar samples in the Saratov Region

© 2025. Svetlana A. Guseva✉, Oksana S. Nosko, Oksana S. Bashinskaya, Denis D. Babushkin

Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn, Saratov, Russian Federation

For successful cultivation and production of sweet corn (*Zea mays var. saccharata*) in the risk farming zone, a detailed study of the adaptive capacity of new cultivars and hybrids is necessary. The objective of the research was to evaluate 47 cultivar samples of sweet corn based on the response of quantitative traits of the cob to the impact of abiotic environmental factors in the conditions of the Right Bank of the Saratov Region (arid steppe zone, continental climate of temperate latitudes, soils – southern black earth). The studies were carried out in 2021–2023. The vegetation periods from the second ten days of May to the second ten days of September were characterized by close values of the hydrothermal coefficient (HTC): 2021 – 0.62, 2022 – 0.75, 2023 – 0.69, but differed significantly in the distribution of precipitation and air temperature by months. As a result of the research, the share of influence of the factors “genotype”, “year”, their interaction, as well as an unaccounted factor on the variability of the studied characteristics of sweet corn cultivar samples was revealed. It has been established that the variability of the cob diameter and the number of grains in a row were influenced by the “year” factor to the greatest extent (46.48 u 37.57 %, respectively); the variability of cob length, rows number and the number of grains per a cob – by “genotype” factor (55.70; 54.53 u 36.49 %, respectively); grained part of a cob – by the factors interaction (32.87 %). There have also been identified the samples having steadily high average values by the “number of grains per a cob” indicator over all three years

of the experiment: 'Tsukerka', k-4455, k-4471, k-4840, k-1976, k-5811. The greatest number of genotypes had an average resistance degree to environmental influence by the "ecological plasticity" indicator H_i (S. P. Martynov, 1989). Among them the most stable were 'Uslada', k-4475, 'Zabava', k-4468, k-4456, k-5768, k-5467, k-103. In future, they should be used in topcrossing for evaluation of combining ability.

Keywords: collection nursery, two-factor analysis, genotype factor, environmental factor, factor interaction, stability, cob length, cob diameter, grain yield per cob

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn (theme No. 082-00219-21-00, 123011200033-0, 123020800158-6 2021–2023).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citations: Guseva S. A., Nosko O. S., Bashinskaya O. S., Babushkin D. D. Evaluation of the influence of abiotic environmental factors on the cob structure elements formation of sweet corn cultivars in the Saratov Region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2025;26(1):70–81. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.1.70-81>

Received: 21.11.2024

Accepted for publication: 06.02.2025

Published online: 26.02.2025

Одним из важных компонентов мировой агроиндустрии является кукуруза. Эта культура востребована для пищевых, кормовых и технических целей. Из ее сырья производят корма для животных, крахмал, муку, крупу, масло, алкогольные напитки, хлопья и т. д. Овощную разновидность кукурузы используют для изготовления консервов, употребления в сыром виде и в виде гарнира¹, лопающуюся – для приготовления всеми любимого попкорна. Кроме того, кукуруза используется для создания биодизеля, в медицине, косметологии. Из ее листьев и оберток початка изготавливают текстиль, бумагу и т. д. Существуют сорта кукурузы с высоким содержанием антоциана для производства натурального красителя². Зёрна кукурузы используют также в пивоварении. Кроме того, селекция, выращивание и переработка кукурузы обеспечивает работой миллионы людей пяти континентов [1, 2].

На государственном уровне в рамках «Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства» в соответствии с подпрограммой «Развитие селекции и семеноводства кукурузы» проводится работа по созданию конкурентоспособной отечественной селекционной базы³. Одной из задач подпрограммы является создание максимально адаптивных и экологически пластичных, а также высокоурожайных гибридов кукурузы для выращивания в разных эколого-географических зонах РФ. Тем более что многие научные и

производственные опыты доказывают идентичность урожайности российских и зарубежных гибридов, а при низком агрофоне и крайне неблагоприятных погодных явлениях – преимущество отечественной селекции⁴.

На продуктивность любой культуры воздействует множество факторов: генетический потенциал, особенности почвенного покрова, погодные условия, уровень агротехники и т. д. Высокая урожайность зависит от интенсивности метаболических процессов, а стрессоустойчивость растений отрицательно сопряжена с ними, и очень сложно добиться в одном генотипе совмещения этих противоположностей – чем больше энергии растение расходует на синтез биомассы, тем ее меньше остается для борьбы со стрессами [3, 4, 5]. По мнению А. А. Жученко [6], среда произрастания вносит значимую роль в изменчивость количественных признаков любой культуры, а её неправильный выбор служит причиной снижения или даже потери урожая.

Овощной подвид кукурузы более чувствителен к неблагоприятным условиям окружающей среды, чем зерновой. Сахарная кукуруза больше, чем другие подвиды требовательна к влаге из-за слабой корневой системы, а также к свету – его недостаток может поспособствовать появлению некондиционных початков, череззернице, а также полному отсутствию заложения женских соцветий [7, 8].

¹Елисеева Т., Ямпольский А. Кукуруза (лат. *Zéa máys*). Журнал здорового питания и диетологии. 2019;9(3):2–13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kukuruza-lat-z-a-m-ys>

²Сигурдсон Г., Коллинз Т. М., Джусти М. М., Роббинс Р. Дж. (US). Композиции красителей и способы их использования: пат. №. 2721836 Российская Федерация. № 2018103214: заяв. 30.06.2015; опублик. 22.05.2020. Бюл. №15. 90 с. URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/cf/e7/08/48d7706372cf99/RU2721836C2.pdf>

³Проект Постановления Правительства Российской Федерации «О внесении изменений в Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг.» (подготовлен Минсельхозом России 20.04.2021) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56774902/#review> (дата обращения: 04.09.2024)

⁴Литвинова С. 9 трендов – 2023. Анализируем главное в АПК за истекший год. ВЕТАРЕН – agro. 2023;11(53). [Электронный ресурс] URL: <https://betaren.ru/journal/vypusk-dekabr-2023-11-53/> (дата обращения: 04.09.2024).

Элементы структуры початка являются признаками, детерминирующими урожайность зерна. Считается, что длина початка положительно и значимо коррелирует с числом зёрен в ряду, массой зерна с початка и урожайностью⁵ [9]. Согласно ГОСТ 32882–2014⁶, для консервного производства сахарной кукурузы початок должен быть крупным, с ровным неизогнутым стержнем цилиндрической формы или слегка конусовидной, длиной не менее 18 см. Для замораживания наиболее пригодны ровные, некрупные початки, с тонким стержнем и большим выходом высококачественного зерна.

Количество зерновок в початке считается одним из признаков, в наибольшей степени подверженных воздействию внешних условий – высокая или низкая температуры, недостаточная или избыточная влагообеспеченность до и в период цветения могут способствовать увеличению разрыва между цветением мужского и женского соцветий, гибели пыльцы, подсыханию нитей початка и т. д. [10, 11].

По данным краснодарских учёных, стрессовые ситуации часто приводят к отклонениям от нормального развития початка: фасциация (низкие температуры), задержка развития (несвоевременное применение химических средств защиты, очень высокие температуры в период формирования початка), череззёрница (высокие или низкие температуры, обилие пасмурных дней, нехватка фосфора и т. д.), искривление початка за счет выпадения нескольких зёрен в ряду (суровая погода, повреждение насекомыми, неверный расчёт концентрации пестицидов), образование короткого початка и т. д. [11]. Проблема распространена достаточно широко. К примеру, в США в 2016 году был озвучен вопрос о пригодности некоторых гибридов кукурузы для определённых условий и их стабильности с течением времени [12].

По мнению Е. Ф. Сотченко и Е. А. Конаревой, при селекции сахарной кукурузы необходима предварительная оценка исходного материала по ряду признаков, их взаимодействия и устойчивости к меняющимся условиям окружающей среды, несмотря на увеличение времени для проведения эксперимента [9].

Проблеме формирования початка у сахарной кукурузы и элементов его структуры, как значимых критериев отбора, также посвящены

работы азиатских учёных. По мнению исследователей, проводивших эксперименты в разных регионах Турции, количество рядов на початке и диаметр початка зависят, в основном, от генетической структуры, агротехнологических приёмов, а погодные условия практически не оказывают на эти признаки влияния [13, 14]. Ученые Индонезии выявили существенную сопряженность между количеством зёрен в початке и в ряду, количеством рядов и урожайностью свежих початков, а также взаимосвязь развития этих признаков с условиями окружающей среды и её взаимодействием с генотипом [15].

В Российской Федерации потребность в кукурузе как пищевой, кормовой и технической культуре постоянно растёт, предполагается, что к 2030 г. только в нашей стране потребуется не менее 2 млн тонн зерна кукурузы разных подвидов [7, 10].

Саратовская область относится к зоне рискованного земледелия. Погодные условия нередко в течение всего вегетационного периода характеризуются высокой температурой воздуха, недостаточным количеством осадков и неравномерным их распределением. Проблема создания новых сортов и гибридов сахарной кукурузы, а также получения нового исходного материала, более обширного в генетическом плане остается актуальной [16, 17].

Большинство из районированных отечественных селекционных форм сахарной кукурузы возделывается, в основном, в южных регионах Европейской части РФ [18]. Для производства сахарной кукурузы в более суровых условиях Нижнего Поволжья необходимо более детальное изучение её адаптивной способности.

Цель исследований – изучить сортообразцы сахарной кукурузы (*Zea mays var. saccharata*) по реакции количественных признаков початка на воздействие абиотических факторов среды для дальнейшей селекции высокоурожайной сахарной кукурузы, адаптированной к агроклиматическим условиям Саратовской области.

Научная новизна – впервые в засушливых условиях Саратовской области проведена оценка различных генотипов сахарной кукурузы по элементам структуры початков и выявлены перспективные экологически стабильные образцы по признаку «число зёрен в початке».

⁵Нижимбере Ж. Селекция среднеспелых и позднеспелых сортолинейных белозерных и желтозерных гибридов кукурузы. Дисс. ... канд. с.-х. наук. Краснодар, 2024. 117 с.

⁶ГОСТ 32882–2014. Кукуруза свежая в початках для промышленной переработки Технические условия. М.: Стандартинформ, 2019. 8 с. URL: <http://gost.gtsever.ru/Data/584/58409.pdf>

Материал и методы. В качестве изучаемого объекта использовали 47 генотипов сахарной кукурузы, из которых шесть зарегистрированы в Государственном реестре селекционных достижений РФ: сорта Алина и Ранняя лакомка 121 (ООО Инновационно-производственная агрофирма «Отбор»); гибрид Лакомка (ФГБНУ «Всероссийский НИИ кукурузы»); гибрид Краснодарский сахарный 250 СВ (ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко»); гибрид Услава (ФГБНУ «Всероссийский НИИ кукурузы», ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко», ООО СП ССК «Кукуруза»); сорт Цукерка и синтетическая популяция Забава (ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»); остальные – коллекционные сортообразцы предоставлены ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИГРР).

Селекционные опыты были заложены на полях ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2021–2023 гг. в условиях Правобережья Саратовской области (зона засушливых степей, располагается на территории холмистой Приволжской возвышенности, климат континентальный умеренных широт, почвы – чернозём южный). По гранулометрическому составу южный чернозем опытного участка тяжелосуглинистый крупно-пылевато-иловатый, с высокой влагоемкостью и водоудерживающей способностью. В пахотном слое содержание гумуса варьирует от 3,0 до 3,5 %. Почвы отличаются низким содержанием фосфора и высоким – калия. Агротехника – зональная для выращивания зерновых культур в засушливых регионах^{7, 8}. Способ посева – широкорядный (70x25). Норма высева – 5,5 тыс. всхожих семян на 1 га (5,5 растений на м², густоту стояния корректировали вручную). Опыт был заложен в трехкратной повторности, размещение делянок – рендомизированное. Площадь учетной делянки – 7,7 м². Предшественником служил черный пар. Проводили учёты следующих признаков: длина початка; длина озернённой

части початка; диаметр початка; число рядов на початке; число зёрен в ряду и число зёрен в початке, используя общепринятые методики^{9, 10}.

Периоды вегетации со II декады мая по I декаду сентября 2021–2023 гг. характеризовались следующими показателями ГТК: 2021 г. – 0,62, 2022 г. – 0,75, 2023 г. – 0,69. Несмотря на схожесть показателей ГТК, распределение осадков и температуры воздуха по годам значительно различались (табл. 1).

Полученные данные статистически обработаны с использованием двухфакторного дисперсионного статистического анализа. Определение доли влияния факторов «генотип» (сорт) (А), «год» (В) и их взаимодействия (АВ), а также неучтенного фактора (остаточное) помогло установить преобладающие причины изменчивости значений признаков сортообразцов сахарной кукурузы. Существенность воздействия факторов оценивали по показателям средних квадратов и *F*-критерию. Отклонение нулевой гипотезы являлось основанием для выявления их вклада в вариабельность того или иного признака. Стабильность признака «количество зерен в початке» оценивали по коэффициенту вариации (*CV*) и оценке стабильности (*H_i*), по С. П. Мартынову¹¹.

Результаты и их обсуждение. Изменчивость линейного размера початка сортообразцов сахарной кукурузы в условиях 2021–2023 гг. на 55,70 % определялась влиянием генетического фактора, на 19,71 % – фактором «год», 15,6 % – взаимодействием факторов («генотип» x «условия года») и на 8,99 % – неучтенным фактором (рис. 1). На вариабельность длины озернённой части соцветия генотип и его взаимодействия с условиями внешней среды оказывали практически равнозначное влияние (30,17 и 32,87 % соответственно), фактор «год» – 22,97 %, неучтенный фактор – 13,99 %. Диаметр початка в наибольшей степени был подвержен влиянию окружающей среды – 46,48 %, в меньшей – сорта – 17,52 % и взаимодействия этих факторов – 21,94 %. Доля влияния неучтенного фактора составила 14,06 %.

⁷Рекомендации по проведению весенних полевых работ с учетом складывающихся и ожидаемых погодных условий в 2022 сельскохозяйственном году. Саратов: ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», 2022. 20 с.

⁸Научно обоснованные системы земледелия Саратовской области. Под ред. А. Г. Ишина, Н. П. Гришина, С. А. Денисова. Саратов: Приволжское книжное изд-во, 1998. 184 с.

⁹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 412 с.

¹⁰Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Госкомиссия по сортоиспытанию с.-х. культур при МСХ СССР. Под общ. ред. М. А. Федина. М.: 1983, Вып. 3. 352 с.

¹¹Мартынов С. П. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур. Сельскохозяйственная биология. 1989;24(3):124–128.

Таблица 1 – Метеорологические условия периода вегетации сортообразцов сахарной кукурузы (2021–2023 гг.) / Table 1 – Meteorological conditions of vegetation period of sweet corn cultivar samples (2021–2023)

Месяц / Month	Декада / Ten-day period	Осадки, мм / Precipitation, mm			Температура воздуха, °C / Air temperature, °C		
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Май / May	II	17,8	18,3	27,7	20,4	11,7	15,2
	III	2,0	11,7	9,7	20,8	13,0	20,4
Июнь / June	I	59,6	30,6	10,5	17,7	19,8	15,7
	II	13,4	1,0	1,0	21,0	21,5	18,4
	III	2,0	3,1	12,8	27,3	21,7	17,8
Июль / July	I	12,4	32,5	42,5	23,7	20,0	24,2
	II	8,5	17,1	16,8	26,5	23,0	18,3
	III	24,2	23,9	11,6	23,1	22,0	22,5
Август / August	I	-	-	3,0	25,8	24,4	25,3
	II	1,4	12,6	3,7	26,6	23,0	25,2
	III	1,1	-	18,9	21,2	24,7	17,5
Сентябрь / September	I	33,0	26,2	6,0	15,3	13,0	16,8

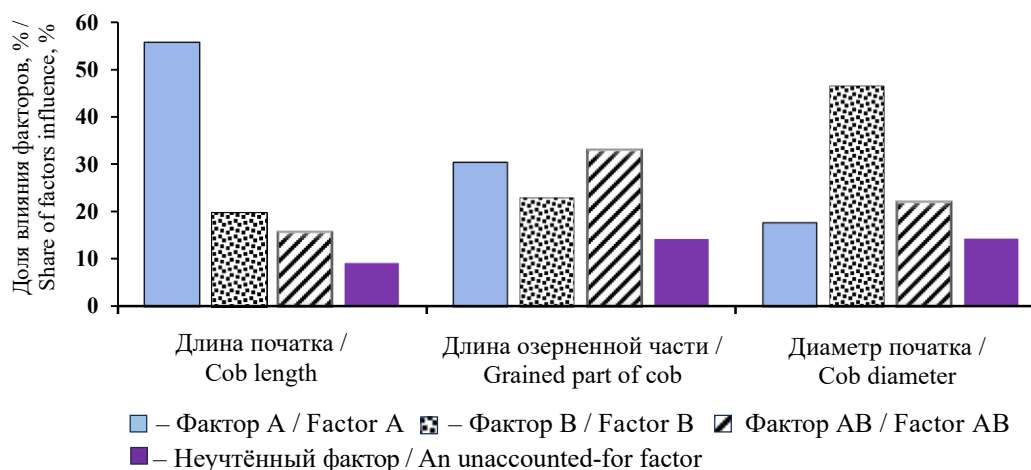


Рис. 1. Доля влияния факторов «генотип» (А), «год» (В), их взаимодействия (АВ) и неучтённого фактора (остаточного) на изменчивость длины початка, длины его озерненной части и диаметра, % /

Fig. 1. The share of influence of the factors “genotype” (A), “year” (B), their interaction (AB) and unknown factor (residual) on the variability of cob length, the length of the grained part of the cob and the cob diameter, %

Фенотипическое проявление признака «число рядов на початке» в наибольшей степени определялось сортовыми особенностями (54,53 %), в меньшей – погодными условиями (15,3 %), совместным влиянием обоих факторов (21,30 %) и остаточным (8,7 %) (рис. 2). Вклад в вариабельность признака «число зерен в ряду» составил: сорт – 30,45 %, год – 37,57 %, взаимодействие – 22,23 %, остаточное – 8,87 %.

По мнению ряда учёных, число зерновок в початке – количественный признак, сильно подверженный воздействию биотических и абиотических факторов^{12, 13}. Тем не менее, условия трёх лет опыта позволили установить, что в общую изменчивость данного признака наибольший вклад внес фактор «генотип» (36,49 %), чуть меньше – окружающая среда (30,44 %), а их взаимодействие – 23,84 %.

¹²Шмараев Г. Е. Генотип и селекция кукурузы. СПб.: ВИР, 1999. 390 с.

¹³Hatfield J. L., Dold C. Climate Change Impacts on Corn Phenology and Productivity [Internet]. Corn - Production and Human Health in Changing Climate. InTech, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.76933>

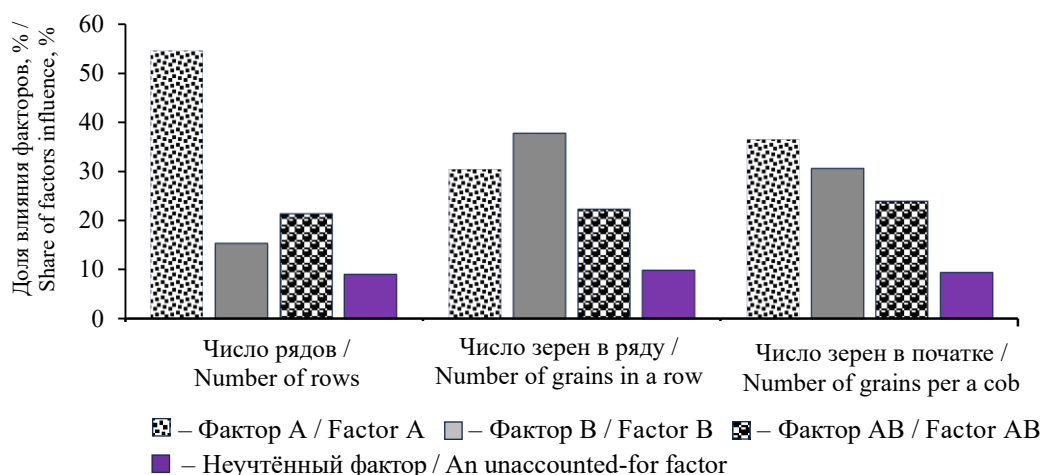


Рис. 2. Доля влияния факторов «генотип» (А), «год» (В), их взаимодействия (АВ) и неучтённого фактора (остаточного) на изменчивость числа рядов, числа зерен в ряду, числа зерен в початке, % /

Fig. 2. The share of influence of the factors “genotype” (A), “year” (B), their interaction (AB) and the unknown factor (residual) on the variability of number of rows, number of grains in a row, number of grains per a cob, %

Можно сделать предварительный вывод, что фактор «генотип» оказывает существенное влияние на изменчивость длины початка и количество рядов на нем (>50 %), а фактор «год» – на изменчивость диаметра женского соцветия (>40 %). Разница вклада изучаемых факторов на изменчивость длины озерненной

части початка, количества зерен в ряду и в початке не так значима и варьирует в пределах 22...37 %.

Результаты расчета двухфакторного анализа показали существенные различия между изучаемыми сортообразцами (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты двухфакторного анализа по определению существенности воздействия факторов на элементы структуры початка коллекционных сортообразцов сахарной кукурузы (2021–2023 гг.) /
Table 2 – The results of two-factor analysis on identifying the significance of factors influence on the elements of the cob structure of sweet corn collection cultivar samples (2021–2023)

Фактор / Factor		Длина початка / Cob length	Длина озерненной части / Grained part of cob	Диаметр початка / Cob diameter	Количество рядов / Number of rows	Количество зерен / Number of grains	
						в ряду / in a row	в початке / per a cob
Генотип (А) / Genotype (A)	$F_{\text{факт.}} / F_{\text{факт.}}$	17,20*	13,68*	7,58*	22,11*	19,88*	25,28*
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅	1,02	1,06	0,26	0,71	2,43	32,77
Год (В) / Year (B)	$F_{\text{факт.}} / F_{\text{факт.}}$	45,13*	139,71*	462,86*	82,70*	563,98*	485,00*
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,25	0,27	0,07	0,18	0,61	8,28
АВ	$F_{\text{факт.}} / F_{\text{факт.}}$	2,41*	7,46*	4,27*	4,32*	7,26*	8,26*
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅	1,76	1,85	0,46	1,23	4,21	56,76

* $F_{\text{факт.}} \geq F_{\text{теор.}}$ (здесь и далее) / * $F_{\text{факт.}} \geq F_{\text{теор.}}$ (here and further)

В результате сравнения по критерию Дункана¹⁴ также выявили различия частных средних для фактора «год» (табл. 3). Из данных таблицы видно, что высокие значения у большинства признаков генотипы формировали в 2022 г., наименьшие – в 2023 г.

Несмотря на выявленную разницу, в течение того или иного вегетационного периода сортообразцы формировались в идентичных условиях. Тем не менее непостоянство условий среды сказалось на значительной вариабельности признаков как отдельного генотипа, так и в среднем.

¹⁴Duncan D. B. Multiple Range and Multiple F Tests. Biometrics. 1955;11(1):1–42. DOI: <https://doi.org/10.2307/3001478>

Таблица 3 – Множественные сравнения частных средних по фактору «год» (В) (2021–2023 гг.) / Table 3 – Multiple comparisons of partial means by the factor "year" (B) (2021–2023)

Признак / Corn trait	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Длина початка, см / Cob length, cm	12,88a	14,05b	12,83a
Длина озерненной части початка, см / Length of grained part of the cob, cm	11,85b	12,46c	9,61a
Диаметр початка, см / Cob diameter, cm	3,55b	4,23c	3,22a
Кол-во рядов на початке, шт. / Number of rows in a cob, pcs.	11,06a	12,15b	11,25a
Кол-во зерен в ряду, шт. / Number of grains per row, pcs.	26,17b	26,10b	17,04a
Кол-во зерен в початке, шт. / Number of grains per cob, pcs.	291,79b	317,82c	193,48a

Примечание: варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана / Note: The note: variants marked by the same Latin letters differ insignificantly according to Duncan's criterion

В среднем за три года длина початка варьировала по сортообразцам от 8,06 до 16,09 см, а длина озерненной части – от 7,63 до 14,67 см (рис. 3). Минимальные значения признака «длина початка» выявили у генотипа к-23867, максимальные – к-4471. Высокие показатели отметили также у образцов: к-5768, к-4455, к-5811, Цукерка, Услава, к-4840, к-4444, к-5467. Из этих образцов значимую озерненность початка сформировали только Цукерка и к-4840. Диаметр женского соцветия более 4 см был отмечен у генотипов к-4471, к-4475, к-1976, Цукерка, к-4840, к-295 и к-5467. Число рядов на початке изменялось от 9,47 (к-1115) до 14,15 (к-4471) шт. Признак достаточно стабильный, слабо варьирующий по годам. Высокие показатели были установлены у генотипов: к-4462, к-4471, к-4472. Количеством зерен в ряду более 30 шт. характеризовались образцы: к-4455, к-4471, к-4840.

Наибольшее внимание было уделено признаку «количество зерен в початке» как основного составляющего продуктивности и урожайности. Экстремумы его средних значений составили: min = 165,42 шт. и max = 435,86 шт. В среднем за три года высокие значения признака получили у генотипов: к-4455, к-4471, Цукерка, Услава (рис. 4). На представленной диаграмме можно наблюдать, что основное количество образцов, кроме к-23867, к-104, к-12831, к-4452 и РССК-87-5, сформировало наибольшее число зерновок в условиях 2022 г. (диапазон изменчивости средних значений составил 171,4 шт. (к-12831)...584,0 шт. (к-4471)). В 2023 г. фиксировали наиболее низкие показатели значений – 103,9 (к-5653)...472,8 (к-4471) шт. Варибельность значений в 2021 г. составила 173,6 шт. (к-23261)...452,3 шт. (к-4468).

Несмотря на то, что вклад фактора «сорт» в варибельность признака составил большую часть, тем не менее 63,51 % изменчивости определялись влиянием года, взаимодействием факторов и неучтенного фактора. Большинство образцов модельной популяции по-разному реагировали на погодные условия в годы исследований, что подтверждается как изменением общей средней, так и разным распределением выборки. Если в теплом и относительно влажном 2021 г. основная часть показателей признака была сконцентрирована вокруг средней, а коэффициенты асимметрии и эксцесса приближены к нулю ($As = -0,070 \pm 0,35$, $Ex = 0,080 \pm 0,69$ – распределение нормальное, наблюдалось небольшое левостороннее смещение), то в 2022 г. (с большим количеством осадков и колебанием температур) значения обладали более широким спектром, кривая распределения более пологая, а положительный коэффициент асимметрии указывал на преобладание показателей выше средней арифметической ($As = 0,302 \pm 0,35$, $Ex = -0,779 \pm 0,69$ – распределение нормальное, незначительное правостороннее смещение) (рис. 5). При более низких температурах и ограниченном количестве осадков 2023 г. наблюдали значимое правостороннее смещение значений в основном за счет единичных образцов с высокими показателями признака ($As = 0,992 \pm 0,35$, $Ex = 0,361 \pm 0,69$ – распределение значимо отличается от нормального).

Для создания перспективных и устойчивых селекционных форм необходимы доноры генов стабильности к воздействию неблагоприятных факторов среды. Для этих целей была проведена точечная оценка стабильности (H_i) генетических форм по признаку «количество зерен в одном початке», которая оценивается суммой нормированных отклонений признака генотипа от средних всех лет испытания.

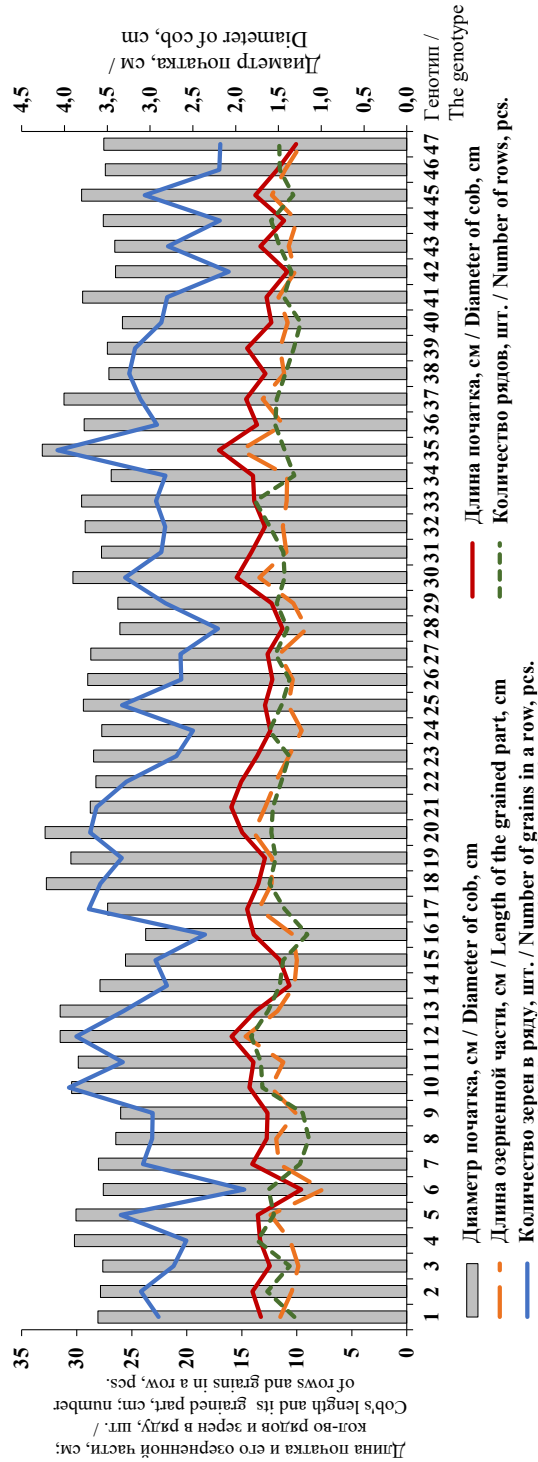


Рис. 3. Изменчивость значений элементов структуры початка сортов сахарной кукурузы (коллекционный питомник, в среднем за 2021–2023 гг.) /
Fig. 3. Variability of the values of cob structure elements of sweet corn cultivar samples (collection nursery, on average for 2021–2023)

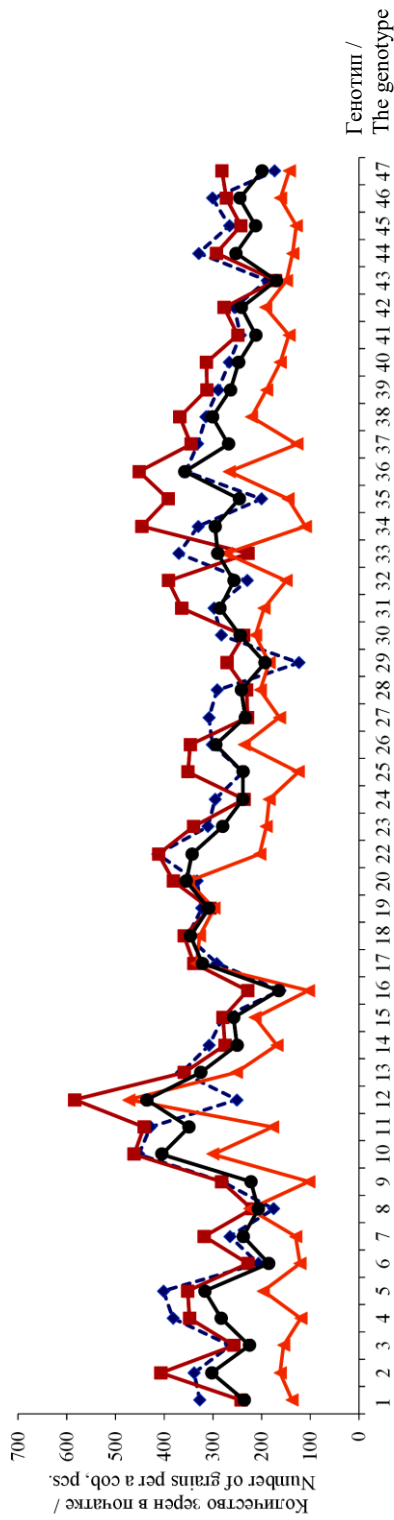


Рис. 4. Изменчивость значений признака «количество зерен в початке» по сортам сахарной кукурузы, шт. (коллекционный питомник, 2021–2023 гг.) /
Fig. 4. The variability of values of the “number of grains per a cob” trait for sweet corn cultivar samples, pcs. (collection nursery, 2021–2023)

Примечания / Notes: 1 – к-3151; 2 – к-1585, 3 – к-4411; 4 – к-4466; 5 – к-5768; 6 – к-23867; 7 – Алина / ‘Alina’; 8 – к-295; 9 – к-1115; 10 – к-4455; 11 – к-4468; 12 – к-4471; 13 – к-4475; 14 – к-4593; 15 – к-4604; 16 – к-5653; 17 – к-5811; 18 – к-1976; 19 – Забава / ‘Zabava’; 20 – Пукерка / ‘Tsukerka’; 21 – Услава / ‘Uslada’; 22 – Лаконка / ‘Lakonka’; 23 – Ранняя лаконка 121 / ‘Rannuyuay lakonka 121’; 24 – Краснодарский сахарный 250 СВ / ‘Krasnodarskiy saharnyy 250 SV’; 25 – к-103; 26 – к-104; 27 – к-291; 28 – к-4452 (П); 29 – к-4442; 30 – к-4444; 31 – к-4452, 32 – к-4456, 33 – к-4472, 34 – к-295, 35 – к-4840, 36 – к-4472, 37 – к-5691, 38 – к-5835, 39 – к-5819, 40 – к-5835, 41 – к-12631, 42 – к-12831, 43 – к-13804, 44 – РССК 87-5, 45 – к-13807; 46 – к-23261; 47 – РССК 87-1

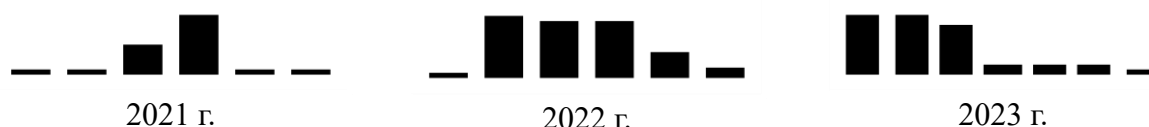


Рис. 5. Схема распределения сортообразцов сахарной кукурузы по признаку «количество зерен в початке» (2021-2023 гг.) /

Fig. 5. Distribution diagram of sweet corn cultivar samples by the “number of grains per a cob” trait (2021–2023)

В целом три года изучения характеризовались высокой вариабельностью показателей признака у изучаемых генотипов. В 2021 г. коэффициент вариации составил 24,7 %, в 2022 г. – 23,4 %, в 2023 г. – 37,79 %. Также рассчитали коэффициент вариации каждого сортообразца. Минимальный показатель выявили у сорта

Цукерка – 7,95 %. Слабую изменчивость отметили у образцов: к-1976, Забава, к-5811, к-4604, к-295 ($CV = 11,21 \dots 16,95$ %). Высокие значения коэффициента вариации ($CV > 30$ %) зафиксировали у генотипов: к-4471, Алина, к-5653, к-4472, к-13804, к-4468, к-1115, к-3151, к-1585, к-4462, Краснодарский сахарный 250, Услада.

Таблица 4 – Оценка стабильности (H_i) генотипов сахарной кукурузы к воздействию внешней среды по признаку «количество зерен в початке» (2021–2023 гг.) /

Table 4 – The evaluation of the stability (H_i) of sweet corn genotypes to environmental influence by the “number of grains per a cob” trait (2021–2023)

Сортообразец / Genotype	Выше средней / Higher than average)	Сортообразец / Genotype	Ниже средней / Lower than average
к-4471	7,68	РССК 87-1	-2,53
к-4455	5,20	к-23261	-2,58
Цукерка / ‘Tsukerka’	4,21	к-23867	-3,16
Цукерка (I3) / ‘Tsukerka’ (I3)	3,75	к-12831	-3,31
к-4840	3,40	к-5653	-3,98
к-5811	3,05	-	-
Сортообразец / Genotype	Средняя / Average	Сортообразец / Genotype	Средняя / Average
Услада / ‘Uslada’	2,38	к-12631	-0,77
к-4475	2,35	к-4452	-0,85
Забава / ‘Zabava’	2,35	Ранняя лакомка 121 / ‘Rannuyaya lakomka 121’	-0,87
к-4468	2,29	к-5819	-0,93
к-4456	1,62	к-13807	-0,95
к-5768	1,56	к-13804	-0,97
к-5467	1,28	к-4466	-1,02
к-103	1,24	к-104	-1,23
к-1585	0,70	к-295	-1,23
к-4444	0,54	к-3151	-1,43
Лакомка / ‘Lakomka’	0,36	к-295	-1,48
к-4604	-0,06	Алина / ‘Alina’	-1,54
к-4472	-0,08	к-4411	-1,61
к-5691	-0,13	Краснодарский сахарный 250 СВ / ‘Krasnodarskiy saharniy 250 SV’	-1,62
к-4462	-0,24	к-5835	-2,13
к-4442	-0,44	к-1115	-2,25
к-291	-0,59	РССК 87-5	-2,25
к-4472	-0,64	к-4441	-2,38
к4593	-0,70	-	-

Примечания: $F_{\text{факт}} = 3,04^*$, $60,43^*$ и $8,89^*$ соответственно; доверительный интервал – 2,46 /
Notes: $F_{\text{факт}} = 3.04^*$, 60.43^* and 8.89^* resp.; confidence interval is 2.46

Точечная оценка стабильности (H_i) по С. П. Мартынову позволила выделить генетические формы с высокими стабильными средними показателями – к-4471, Цукерка, к-4455, к-4840, к-1976, к-5811 (табл. 4). Большинство изучаемых генотипов обладали средней степенью устойчивости к воздействию окружающей среды, и среди них наиболее стабильные – Услава, к-4475, Забава, к-4468, к-4456, к-5768, к-5467, к-103. У образца к-4471, несмотря на достаточно высокий коэффициент вариации ($CV = 35\%$), получена самая высокая точечная оценка стабильности – в условиях 2022 и 2023 гг. количество зерновок в початке было максимальным. Низкую изменчивость и относительно высокие, стабильные показатели признака выявили у генотипа саратовской селекции Цукерка – в течение трех лет опыта средние значения признака составили 317,84...396,72 шт.

Выводы. 1. В результате трёхлетнего исследования в засушливых условиях Саратовской области, согласно результатам дисперсионного анализа, определили долю влияния

факторов «генотип» (А), «год» (В), их взаимодействия (АВ), а также неучтенного фактора на изменчивость элементов структуры початка сортообразцов сахарной кукурузы. Установили, что на изменчивость длины початка, количества рядов и количества зерен в початке наибольшее влияние оказывает фактор «генотип» (55,70, 54,53 и 36,49 % соответственно); на диаметр початка и число зерен в ряду – фактор «год» (46,48 и 37,57 % соответственно); на длину озерненной части початка – взаимодействие факторов (32,87 %).

2. Выделены перспективные стабильные селекционные формы по признаку «количество зёрен в початке» – Цукерка, к-4455, к-4471, к-4840, к-1976, к-5811. Большинство изучаемых генотипов обладали средней степенью устойчивости к воздействию окружающей среды и среди них наиболее стабильные – Услава, к-4475, Забава, к-4468, к-4456, к-5768, к-5467, к-103, которые в дальнейшем будут использованы в скрещиваниях для оценки их селекционной ценности.

Список литературы

1. Бурак Л. Ч., Сапач А. Н. Использование крахмалосодержащего сырья в производстве пива и его влияние на качество готового продукта. Обзор зарубежной литературы. Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2021;(3):3. DOI: <https://doi.org/10.24411/2658-3569-2021-10058> EDN: HZUANA
2. Витман В. Е., Баланов П. Е., Смотраева И. В. Исследование возможности применения российских сортов кукурузы для производства солода. Journal of Agriculture and Environment. 2024;5(45):1. DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.45.5> EDN: FYNXUM
3. Ленточкин А. М., Бабайцева Т. А. Глобальное потепление и изменение условий ведения растениеводства в Среднем Предуралье. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(6):826–834. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.826-834> EDN: VWIIZQ
4. Дёмина И. Ф. Изменчивость и взаимосвязь селекционно-ценных признаков сортов и линий яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(5):739–748. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.5.739-748> EDN: MMQUTD
5. Корниенко А. В., Скачков С. И., Семенихина Л. В., Мельников Ю. Н. Адаптивность, устойчивость как направления селекции к изменяющимся условиям среды. Орошаемое земледелие. 2021;(2):17–21. DOI: <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2021-2-12> EDN: HFNGJU
6. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика. М.: Агрорус, 2008. 432 с.
7. Волков Д. П., Жужукин В. И., Зайцев С. А., Гудова Л. А., Гусева С. А., Носко О. С. Результаты экологического сортоиспытания новых среднеранних гибридов кукурузы (ФАО 250–299) в Нижнем Поволжье. Успехи современного естествознания. 2020;(4):22–29. DOI: <https://doi.org/10.17513/use.37357> EDN: VLMIOO
8. Орлянская Н. А., Чеботарёв Д. С. Адаптивный потенциал исходного материала для селекции раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Центрально-Чернозёмного региона. Сахар. 2022;(12):20–24. DOI: <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2022-12-20-24> EDN: LXOFXP
9. Сотченко Е. Ф., Конарева Е. А. Корреляционная связь между хозяйственно полезными признаками у линий сахарной кукурузы. Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024;26(3):103–111. DOI: <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2024-26-3-103-111> EDN: UWNPAF
10. Панфилов А. Э., Зезин Н. Н., Овчинников П. Ю. Биологическая продуктивность ультрананних гибридов кукурузы в различных почвенно-климатических зонах Уральского региона. Аграрный вестник Урала. 2022;(3(218)):35–47. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-218-03-35-47> EDN: YEKOFT
11. Цаценко Л. В., Усова А. И., Хилько И. А. Аномалии развития у злаковых культур на примере кукурузы. Научный журнал КубГАУ. 2023;(192):240–252. DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-192-020> EDN: AUSHJS

12. Ortez O. A., McMechan A. J., Robinson E., Hoegemeyer T., Howard R., Elmore R. W. Abnormal ear development in corn: Does hybrid, environment, and seeding rate matter? *Agronomy Journal*. 2023;(115(4)):1796–1811. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.21338>
13. Kumar A., Reddy K. S. Phenotypic and Genotypic Variability for Cob and Grain Characters in Maize (*Zea Mays* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2024;8(3):1794–1798.
14. Ozata E. Evaluation of Fresh Ear Yield And Quality Performance In Super Sweet Corn. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*. 2019;2(2):80–94. URL: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/743000>
15. Jambang N., Hakim L., Witman S., Sunante I. A. Production and chemical quality of sweet corn with single fertilizer combination (SFC) on upland in West Papua. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023;1230:012052. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012052>
16. Зайцев С. А., Жужукин В. И., Гудова Л. А., Волков Д. П., Гусева С. А., Носко О. С. Экологический подход в адаптированной системе селекции среднепоздних гибридов кукурузы (ФАО 300-399) в Нижнем Поволжье. *Аграрный научный журнал*. 2021;(3):19–24. DOI <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i3pp19-24> EDN: LITLPE
17. Логинова А. М., Губин С. В., Гетц Г. В. Изучение гибридов кукурузы разных групп спелости в условиях южной лесостепи Омской области. *АПК России*. 2021;28(3):326–331. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46642927> EDN: WUZIYQ
18. Кравцова Н. Н., Кравченко Р. В., Терехова С. С., Бардак Н. И. Агробиологические показатели кукурузы в зависимость от густоты стояния растений и протравителя семян. *Научный журнал КубГАУ*. 2020;(158):39–53. DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-158-004> EDN: FOBDCT

References

1. Burak L. Ch., Sapach A. N. The use of starch-containing raw materials in the production of beer and its influence on the quality of the finished product. review of foreign literature. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologiy «Integral»* = International Journal of Applied Sciences and Technology Integral. 2021;(3):3. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2658-3569-2021-10058>
2. Vitman V. E., Balanov P. E., Smotraeva I. V. A study of the possibility of using Russian maize varieties for malt production. *Journal of Agriculture and Environment*. 2024;5(45):1. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.45.5>
3. Lentochkin A. M., Babaytseva T. A. Global warming and change in the conditions of crop production practices in the Middle Cis-Urals. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(6):826–834. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.826-834>
4. Demina I. F. Variability and interrelation of breeding-valuable traits of varieties and lines of spring soft wheat in the conditions of the Middle Volga region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(5):739–748. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.5.739-748>
5. Kornienko A. V., Skachkov S. I., Semenikhina L. V., Melnikov Yu. N. Adaptability and resistance to changing environment conditions as directions of breeding. *Oroschaemoe zemledelie* = Irrigated Agriculture. 2021;(2):17–21. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2021-2-12>
6. Zhuchenko A. A. Adaptive crop production (ecological and genetic foundations) theory and practice. Moscow: *Agrorus*, 2008. 432 p.
7. Volkov D. P., Zhuzhukin V. I., Zaytsev S. A., Gudova L. A., Guseva S. A., Nosko O. S. Environmental test results of the new mid-medium corn hybrides (FAO 250-299) in the lower Volga region. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2020;(4):22–29. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17513/use.37357>
8. Orlyanskaya N. A., Chebotarev D. S. Adaptive potential of the source material for breeding early-maturing corn hybrids in the conditions of the Central Chernozem region. *Sakhar* = Sugar. 2022;(12):20–24. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2022-12-20-24>
9. Sotchenko E. F., Konareva E. A. Correlation between economically useful traits in sugar corn lines. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* = Izvestia of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov. 2024;26(3):103–111. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2024-26-3-103-111>
10. Panfilov A. E., Zezin N. N., Ovchinnikov P. Yu. Biological productivity of ultra-early corn hybrids in various soil and climatic zones of the Ural region. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2022;(3(218)):35–47. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-218-03-35-47>
11. Tsatsenko L. V., Usova A. I., Khilko I. A. Anomalies of development in cereals on the example of corn. *Nauchnyy zhurnal KubGAU* = Scientific Journal of KubSAU. 2023;(192):240–252. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-192-020>
12. Ortez O. A., McMechan A. J., Robinson E., Hoegemeyer T., Howard R., Elmore R. W. Abnormal ear development in corn: Does hybrid, environment, and seeding rate matter? *Agronomy Journal*. 2023;(115(4)):1796–1811. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.21338>
13. Kumar A., Reddy K. S. Phenotypic and Genotypic Variability for Cob and Grain Characters in Maize (*Zea Mays* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2024;8(3):1794–1798.

14. Ozata E. Evaluation of Fresh Ear Yield And Quality Performance In Super Sweet Corn. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*. 2019;2(2):80–94. URL: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/743000>
15. Jambang N., Hakim L., Witman S., Sunante I. A. Production and chemical quality of sweet corn with single fertilizer combination (SFC) on upland in West Papua. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023;1230:012052. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012052>
16. Zaytsev S. A., Zhuzhukin V. I., Gudova L. A., Volkov D. P., Guseva S. A., Nosko O. S. Ecological approach in the adapted breeding system of mid-late maize hybrids (FAO 300-399) in the lower Volga region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal*. 2021;(3):19–24. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i3pp19-24>
17. Loginova A. M., Gubin S. V., Getts G. V. Studying the corn hybrids of different ripeness groups in the southern forest-steppe of Omsk region. *APK Rossii = Agro-Industrial Complex of Russia*. 2021;28(3):326–331. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46642927>
18. Kravtsova N. N., Kravchenko R. V., Terekhova S. S., Bardak N. I. Agro-biological indicators of corn depending on the dense of plant standing and seed protector. *Nauchnyy zhurnal KubGAU = Scientific Journal of KubSAU*. 2020;(158):39–53. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-158-004>

Сведения об авторах

✉ **Гусева Светлана Александровна**, старший научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», 1-й Институтский пр-д., д. 4, г. Саратов, Российская Федерация, 410050, e-mail: rossorgo@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7006-0429>, e-mail: s.guseva76@mail.ru

Носко Оксана Сергеевна, младший научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», 1-й Институтский пр-д., д. 4, г. Саратов, Российская Федерация, 410050, e-mail: rossorgo@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3120-1764>

Башинская Оксана Сергеевна, ведущий научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», 1-й Институтский пр-д., д. 4, г. Саратов, Российская Федерация, 410050, e-mail: rossorgo@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9553-9994>

Бабушкин Денис Дмитриевич, младший научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», 1-й Институтский пр-д., д. 4, г. Саратов, Российская Федерация, 410050, e-mail: rossorgo@yandex.ru

Information about the authors

✉ **Svetlana A. Guseva**, senior researcher, the Department of Corn and Legumes, Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn, 1-th Institutskiy pr-d, 4, Saratov, Russian Federation, 410050, e-mail: rossorgo@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7006-0429>, e-mail: s.guseva76@mail.ru

Oksana S. Nosco, junior researcher, the Department of Corn and Legumes, Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn, 1-th Institutskiy pr-d, 4, Saratov, Russian Federation, 410050, e-mail: rossorgo@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3120-1764>

Oksana S. Bashinskaya, leading researcher, the Department of Corn and Legumes, Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn, 1-th Institutskiy pr-d, 4, Saratov, Russian Federation, 410050, e-mail: rossorgo@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9553-9994>

Denis D. Babushkin, junior researcher, the Department of Corn and Legumes, Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn, 1-th Institutskiy pr-d, 4, Saratov, Russian Federation, 410050, e-mail: rossorgo@yandex.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author