

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-105-117>

УДК [633.174:631.527] (470.44/47)



Оценка коллекционных образцов зернового сорго для селекции сортов многоцелевого назначения в условиях Нижневолжского региона

И.Г. Ефремова, Д.С. Семин, С.С. Куколева✉,
Е.В. Подгорнов, В.В. Светлов

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Российский
научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы;
г. Саратов, Российская Федерация,
✉lily74-88@mail.ru*

Аннотация. Введение. В связи с аридизацией климата интерес к зерновому сорго возрастает в условиях засушливых регионов страны, в том числе Нижнего Поволжья РФ. Потенциал многоцелевой культуры зернового сорго раскрывается в разных областях АПК, таких как кормопроизводство, производство пищевых продуктов, а также в перерабатывающей крахмалопаточной промышленности. Создание новых продуктивных, адаптированных к биотическим и абиотическим стрессорам сортов зернового сорго невозможно без использования богатого разнообразия генетических ресурсов мировой коллекции растительного материала ВИР, который является фундаментом для создания новых сортов. **Объект и методы исследования.** Исследования проведены в 2023-2025 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». В работе проанализировано 38 коллекционных сортообразцов зернового сорго различного эколого-географического происхождения, оцененные по морфометрическим параметрам и показателям зерновой продуктивности. Статистический анализ данных проведен в программе Агрос 2.09 с применением метода «статистический анализ выборки». **Цель исследований.** Сравнительный анализ образцов зернового сорго из питомника коллекции ВИР в целях выведения продуктивных сортов и гибридов разного направления использования. **Результаты и обсуждение.** Установлена высокая изменчивость сортообразцов зернового сорго по морфометрическим показателям и элементам продуктивности. Отмечены образцы по массе 1000 семян отличающиеся крупнозерностью: к-4075, к-2058, О-к-8803/1 с 31,83-36,22 г., а также ценные константные образцы, характеризующиеся повышенной урожайностью зерна – 06-2037, к-9115, к-2058, О-к-8803 (1) (4,72-5,11 т/га) и биомассы – к-9115, к-10112, В-03-3003 (17,69-19,85 т/га). **Заключение.** В изученной рабочей коллекции зернового сорго особую ценность представляют 3 образца к-2058, О-к-8803/1, к-4075 с комплексом ценных показателей – крупнозерностью, высокой урожайностью зерна, значительным содержанием крахмала (71,0-75,0%), семенами светлой белоголубой окраской, устойчивым ежегодным вызреванием семян. Все эти характеристики соответствуют показателям модели сорта, оптимального для переработки в крахмал и крахмалопродукты.

Ключевые слова: коллекционные образцы ВИР, зерновое сорго, селекция растений, элементы продуктивности, морфометрические показатели, признаки модели сорта для переработки на крахмалопродукты, статистический анализ выборки

Для цитирования: Ефремова И.Г., Семин Д.С., Куколева С.С., Подгорнов Е.В., Светлов В.В. Оценка коллекционных образцов зернового сорго для селекции сортов многоцелевого назначения в условиях Нижневолжского региона. *Новые технологии / New technologies*. 2026;22(3):105-117. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-105-117>

Evaluation of grain sorghum accessions for the breeding of multipurpose varieties in the Lower Volga Region

I.G. Efremova, D.S. Semin, S.S. Kukoleva✉,
E.V. Podgornov, V.V. Svetlov

*Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn;
Saratov, the Russian Federation,
✉lily74-88@mail.ru*

Abstract. Introduction. Due to climate aridization, interest in grain sorghum is increasing in arid regions of the country, including the Lower Volga region of the Russian Federation. The potential of grain sorghum as a multipurpose crop is being realized in various areas of the agro-industrial complex, such as forage production, food production, and the starch and syrup processing industry. The development of new productive grain sorghum varieties adapted to biotic and abiotic stressors is impossible without utilizing the rich diversity of genetic resources in the global plant material collection at VIR, which forms the foundation for developing new varieties. **The research object and methods.** The research was conducted in 2023-2025s on the experimental field of the Rossorgo. The study analyzed 38 collection accessions of grain sorghum of various ecological and geographical origins, assessed for morphometric parameters and grain productivity indicators. Statistical analysis of the data was performed in Agros 2.09 program using the “statistical analysis of a sample” method. **The goal of the research was** to analyze grain sorghum accessions from the VIR nursery collection for the purpose of developing productive varieties and hybrids for various applications. **The results and discussion.** High variability of grain sorghum accessions in morphometric parameters and productivity elements was established. The following samples were noted by the weight of 1000 seeds, distinguished by large grain size: k-4075, k-2058, O-k-8803/1 with 31.83-36.22 g, as well as valuable constant samples, characterized by increased grain yield – 06-2037, k-9115, k-2058, O-k-8803 (1) (4.72-5.11 t/ha) and biomass – k-9115, k-10112, B-03-3003 (17.69-19.85 t/ha). **Conclusion.** Among the studied collection of grain sorghum, three accessions – K-2058, O-K-8803/1, and K-4075-are particularly valuable. They possess a combination of valuable traits: large grain size, high grain yield, significant starch content (71.0-75.0%), light white-blue seeds, and stable annual seed maturation. All these characteristics correspond to those of a model variety optimal for processing into starch and starch products.

Keywords: VIR collection accessions, grain sorghum, plant breeding, productivity factors, morphometric parameters, traits of a model variety for processing into starch products, statistical analysis of the sample

For citation: Efremova I.G., Semin D.S., Kukoleva S.S., Podgornov E.V., Svetlov V.V. Evaluation of grain sorghum accessions for the breeding of multipurpose varieties in the Lower Volga Region. *Novye Tehnologii / New technologies*. 2026;22(3):105-117. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-105-117>

Введение. Специалистами института создано 26 сортов и гибридов зернового сорго, обладающих высокой засухоустойчивостью. Данные селекционные достижения допущены к использованию в различных агроклиматических регионах России. Всю линейку светлозерных образцов и линий зернового сорго селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» объединяет высокое содержание крахмала зерна, что делает такие сорта универсальным сырьем, пригодным как для пищевой промышленности, так и для изготовления высококачествен-

ных кормовых добавок в животноводстве. Также в портфеле института имеются сорта и перспективные линии с высоким содержанием других питательных веществ зерна (протеин, жиры, безазотистые экстрактивные вещества, многие из которых созданы с использованием генотипа коллекционных сортообразцов [1-4].

В современных условиях аграрный сектор планомерно расширяет структуру посевных площадей за счет яровых культур. Сегодня наблюдается устойчивый рост интереса к сорго, которое становится приори-

тетной сельскохозяйственной культурой в рамках севооборота. Культура неприхотлива, быстро развивается и вызревает в засушливых условиях возделывания. Зерновое сорго успешно создается на базе образцов мировой коллекции ВИР и традиционно возделывается не только в областях Северо-Кавказского региона [5], новые сорта создаются и в северной части Нижневолжского региона в Самарской области и уверенно занимают все большие площади [6-7].

Селекционная работа в области сорго на территории Российской Федерации осуществляется рядом ведущих научно-исследовательских организаций: ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», ФГБНУ «АНЦ «Донской», Поволжский НИИСС – филиал СамНЦ РАН и др. Согласно данным этих организаций, зерновое сорго активно используется в агропромышленном комплексе регионов в качестве универсального высокопитательного корма с отличной усвояемостью. Зерновое сорго очень эффективно для откорма птицы, КРС, свиней, использования для аквакультуры. В последние годы зерновое сорго всё активнее применяют в технических целях: из него получают сахаросодержащие компоненты, перерабатывают крахмал, а также используют для производства глюкозо-фруктозного сиропа, экологически чистого биотоплива [8-9]. Масштабное внедрение сорго в сельскохозяйственное производство позволяет оптимизировать кормовую базу предприятий всех форм собственности, обеспечить рост урожайности и устойчивости агрокультур, а также добиться значительного снижения затрат на производство кормов.

Коллекция ВИР представляет собой важный источник генетического разнообразия зернового сорго и является важнейшей базой для поиска и выделения источников признаков, основополагающих для создания новых продуктивных сортов, адаптированных к засушливым условиям

Нижневолжского региона. Зарубежные селекционеры для выведения новых сортов зернового сорго также широко используют коллекционные сортообразцы в качестве исходного материала при создании новых ценных форм [9-10].

Научные исследования коллекционных образцов зернового сорго в период 2023-2025 гг. позволили провести оценку параметров вегетативных и генеративных признакам. Проведенная статистическая обработка данных по селекционно-ценным признакам образцов зернового сорго позволила выявить диапазоны варьирования показателей, определить их средние величины и соответствующие ошибки, а также оценить уровень изменчивости признаков среди изученных образцов.

Цель исследования. Цель работы предусматривала системный анализ образцов зернового сорго из коллекции ВИР по показателям, важным для практического применения, с последующим отбором стабильно вызревающих форм, которые использованы в селекции для повышения зерновой продуктивности и урожайности биомассы в разных хозяйственных направлениях. Для выполнения цели исследований решены основные задачи:

- сравнительный анализ основных морфометрических показателей растений образцов зернового сорго, влияющих на повышение урожайности;
- оценка элементов зерновой продуктивности и урожайности биомассы;
- выявление наиболее ценных образцов для создания продуктивных сортов и гибридов.

Материал и методы исследования. Исследования выполнены в условиях опытного поля ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов) в 2023-2025 гг. Материалом послужили 38 сортообразцов коллекции мировых генетических ресурсов ВИР различного эколого-географического происхождения (табл. 1).

Таблица 1. Образцы зернового сорго коллекции ВИР и их происхождение
Table 1. Grain sorghum samples from the VIR collection and their origin

Страна происхождения	Количество образцов	Страна происхождения	Количество образцов
1. Бразилия	6	8. Южная Америка	1
2. США	6	9. Франция	1
3. Китай	6	10. Эфиопия	1
4. Россия	5	11. Туркмения	1
5. Индия	5	12. Египет	1
6. Сенегал	2	13. Австралия	1
7. Израиль	1	14. Молдова	1

Полевые опыты заложены в соответствии с агротехническими рекомендациями, утвержденными для условий Нижнего Поволжья. Посев селекционных образцов зернового сорго осуществлялся в оптимальный агротехнический период (вторая декада мая) с использованием сеялки СКС-6-10. Применялся широкорядный способ посева с шириной междурядий 0,7 м., площадь делянок образцов составила 7,7 м² в трехкратной повторности. Для обеспечения заданной густоты стояния (100-120 тыс. раст./га) проводилось ручное прореживание посевов.

Анализ образцов включал оценку ключевых морфометрических показателей: интенсивности начального роста (высота растений через 30 суток после появления всходов), высоты растений в фазе созревания, площади наибольшего и флагового листа, параметров соцветий (длина и ширина метелки, выдвинутость ножки соцветия). Кроме того, определены элементы продуктивности образцов: масса 1000 семян, урожайность биомассы и семян в сравнении с районированным по Нижневолжскому региону сортом-стандартом Старт. Оценка хозяйственно-значимых признаков и свойств проведена согласно методикам государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [11] и «Широкого унифицированного классификатора СЭВ и международного классификатора СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench*» [12]. Статистическая обработка результатов исследований проведена с помощью программы Агрос 2.09 методом статистического анализа выборки [13].

Саратовская область характеризуется резко континентальным климатом, для которого типичны регулярные воздушные и почвенные засухи. Климатические условия региона отличаются неоднородностью температурного режима и уровня увлажнения. Годовое количество осадков колеблется от 250 до 450 мм. В период вегетации сорговых культур сумма активных температур достигает 2400-3100°C. Среднегодовой показатель температуры воздуха составляет +4,8°C, при этом амплитуда экстремальных значений значительна: от -40°C в январе до +42°C в пиковые летние месяцы. Самым жарким и влажным месяцем является июль, когда среднесуточная температура достигает 21,0-21,7°C, а объем осадков составляет около 51 мм.

В период вегетации растений метеорологические условия значительно отличались от среднемноголетних показателей и были различными по обеспечению осадками и суммой активных температур: гидротермические коэффициенты (ГТК) оказались различными в этот период и составили в 2023 году – 0,69 (среднее увлажнение, проявление слабой засухи); в 2024 году – 0,54 (недостаточное увлажнение и наличие средней засухи); в 2025 году – 0,61 (наличие слабой засухи).

Результаты. Проведена оценка 38 сортообразцов коллекционного питомника зернового сорго из коллекции мировых генетических ресурсов ВИР по морфометрическим показателям и элементам продуктивности. На основе анализа статистических параметров выборки определены особенности варьирования морфологических и урожай-

ных признаков, что обеспечило возможность комплексной оценки селекционного материала по результатам трехлетних испытаний.

Статистический анализ показал, что коэффициент вариации (V), отражающий степень разброса данных относительно среднего значения, свидетельствует о существенной изменчивости исследуемых показателей и выявлено значительное варьирование изученных признаков – от 13,9% (высота растений через 30 дней после всходов)

до 41,4% (выдвинутость ножки соцветия). Варьирование высоты начального роста растений (после 30 дней от всходов) составило 51,6-106,9 см, при этом коэффициент вариации равнялся 13,9%, среднее значение признака в питомнике – 68,4 см. Существенно превысили сорт-стандарт Старт по величине показателя сортообразцы из Бразилии В-03-3001, В-03-3003 и В-03-3005, интенсивность начального роста которых составила 87,4-106,9 см (табл. 2).

Таблица 2. Статистический анализ морфометрических характеристик и показателей продуктивности коллекционных образцов зернового сорго, 2023-2025 гг
Table 2. Statistical analysis of morphometric characteristics and productivity indicators of grain sorghum collection samples, 2023-2025

Признак	Значение признака (min...max)	Средняя и её ошибка	Коэффициент вариации V, (%)
Высота растений через 30 дней после всходов	51,6-106,9	68,4±1,5	13,9
Высота растений при созревании, см	101,3-196,8	127,9±3,7	18,3
Площадь наибольшего листа, см ²	116,7-285,5	192,1±7,1	23,0
Площадь флагового листа, см ²	48,8-120,8	87,9±2,9	20,5
Длина соцветия, см	15,9-25,5	21,2±0,4	11,8
Ширина соцветия, см	4,6-15,6	8,6±0,5	35,8
Выдвинутость ножки метелки, см	3,9-26,5	13,8±0,9	41,4
Масса 1000 семян, г	18,8-36,2	25,4±0,6	15,8
Урожайность семян, т/га	2,21-5,11	3,53±0,12	21,2
Урожайность биомассы, т/га	9,76-19,85	14,08±0,36	15,9

В ходе исследований выявлена существенная вариабельность высоты растений в фазе созревания (от 101,3 до 196,8 см) при среднем значении 127,9 см и коэффициенте вариации 18,3%. Столь широкий диапазон изменчивости открывает перспективы для селекции зернового сорго в двух направлениях: кормового использования и создания светозерных форм для крахмала и крахмалопродуктов. Для достижения максимальной продуктивности в условиях региона рекомендуется придерживаться модельных параметров высоты 120-140 см. Данный диапазон является оптимальным, так как способствует концентрации ресурсов растения на интенсивном формировании и созревании зерна.

В наших исследованиях сравнены важные показатели фотосинтетической деятельности растений – величина площади наибольшего и флагового листа. Листья – органы высших растений – выполняют

функцию фотосинтеза, транспирации и газообмена, оказывая многогранное влияние на поддержание жизнедеятельности, роста и адаптации организма [14]. В селекции этот параметр служит маркером для оценки сортовых характеристик. Сравнительные исследования [15] классических и современных подходов [16] определения площади листовой поверхности, в том числе расчетный метод, быстрый и удобный, основанный на измерении линейных параметров листа с использованием поправочного коэффициента, который для листьев сорговых культур составляет 0,746 и может быть использован в течение всего вегетационного периода.

При изучении образцов в коллекционном питомнике отмечено значительное варьирование площади наибольшего и флагового листьев (V=23,0% и 20,5%), что вызвано наличием форм с различной площадью фотосинтетической поверхности изу-

чаемых листьев, при этом среднее значение этих показателей в питомнике составило 192,1-87,9 см², соответственно (табл. 2). Площадь наибольшего листа варьировала у образцов питомника в пределах 116,7-285,5 см², а флагового – 48,8-120,8 см². Самой значительной площадью наибольшего листа отличились образцы: к-10792 – 285,5 см², к-10112 – 277,3 см², к-9480 – 259,2 см², а наибольшей площадью флагового листа образцы: к-9480 – 162,1 см², к-8885 – 112,8 см², к-8477 – 112,0 см².

К показателям продуктивности причисляются такие характеристики соцветия, как его длина и ширина, а также степень выдвинутости ножки метелки, которые продемонстрировали существенные варьирования показателей – 11,8, 35,8 и 41,4% соответственно. Варьирование показателя длины соцветия составило 15,9-25,5 см, ширины – 4,6-15,6 см, выдвинутости ножки метелки – 3,9-26,5 см. Благодаря широкой изменчивости признаков удалось выделить формы, отличающиеся наибольшими значениями показателей. Наиболее длинными продуктивными соцветиями (более 20,0 см) характеризовались образцы В-03-3008 из Бразилии – 25,4 см, к-177 из США – 25,0 см, к-2058 из Египта – 25,5 см. Шириной соцветий, приближенной к наибольшей величине показателя у стандарта Старт (15,6 см), отличились образцы В-139 (1) – 13,4 см, к-177 – 15,5 см, а также к-1883 из Индии – 13,4 см. В ходе исследования установлено, что среднее значение показателя «выдвинутость ножки соцветия» составило 13,8 см. Семь образцов продемонстрировали превышение данного показателя – их значения достигли уровня около 20,0 см и выше; при этом среди них были выявлены существенно выделяющиеся по величине данного признака образцы: В-03-3001 – 24,6 см, В-03-3003 – 26,5 см, В-139 (1) – 18,7 см, В-139 (2) – 21,7 см, В-4845 – 20,2 см, R-05-001 из Бразилии – 18,3 см, к-8885 из Индии – 23,2 см.

Показатель «масса 1000 семян» также является элементом зерновой продуктивности образцов, которому исследователи

уделяют достаточно серьезное внимание: поскольку повышение крупности зерновок (массы 1000 семян) рассматривается как конечный результат взаимодействия среды и генотипа в процессе становления продуктивности сорго. Это экономически важный показатель, так как крупнозерные образцы легче дозировать при посеве. Крупное зерно характеризуется повышенным выходом сухого вещества, а также более высоким содержанием белка и крахмала по сравнению с зерном стандартных размеров. Выявлена значимая корреляция размера семян с такими хозяйственно ценными признаками, как всхожесть, устойчивость к высоким температурам и полеганию [17]. В коллекционном питомнике проведена оценка варьирования показателя массы 1000 зерен: диапазон значений признака составил 18,8-36,2 г, среднее значение – 25,4 г, коэффициент вариации – 15,8%, что свидетельствует о среднем уровне изменчивости признака. В соответствии с Широким унифицированным классификатором СЭВ [12], образцы сорговых культур с массой 1000 семян выше 30 г, отнесены к 7-му баллу по величине зерновки. В рамках работы в коллекционном питомнике выделены наиболее крупнозерные формы, соответствующие данному критерию: к-4075 – 31,8 г, В-03-3008 – 34,6 г, к-7606 – 30,5 г, к-2058 – 36,2 г, О-к-8803 (1) – 33,7 г.

Урожайность зерна выступает в качестве комплексного показателя, отражающего совокупное проявление всех элементов продуктивности зернового сорго в течение вегетационного периода. По результатам исследований за 2023-2025 гг. установлено, что урожайность семян коллекционных линий зернового сорго характеризуется средним уровнем варьирования (коэффициент вариации $V = 21,2\%$) при среднем значении показателя 3,53 т/га. Диапазон изменчивости урожайности составил от 2,21 до 5,11 т/га. Девять образцов продемонстрировали урожайность зерна свыше 4,0 т/га, существенно превысив среднее значение по питомнику. В их числе выделены

наиболее продуктивные формы, обеспечившие урожайность более 4,5 т/га: к-2058 – 4,87 т/га, к-3941 – 4,52 т/га, к-8803 – 4,72 т/га, к-9115 – 4,78 т/га, 06-2037 – 5,11 т/га.

Средняя урожайность биомассы исследованных сортообразцов варьировала в пределах от 9,76 до 19,85 т/га, коэффициент вариации составил при этом 15,9%, а среднее значение величины признака в питомнике равнялось 14,08 т/га. На уровне средней урожайности надземной массы в питомнике, а также урожайности биомассы сорта-стандарта Старт (13,68 т/га) оказались 15 образцов, сформировавших 13,23-14,63 т/га биомассы. Урожайность биомассы наиболее продуктивных образцов достигла свыше 17,0 т/га: к-

10112– 19,85 т/га, к-9115 – 17,69 т/га, В-03-3003 – 18,20 т/га, к-2058 – 17,13 т/га, к-3941 – 17,00 т/га, к-9115 – 17,69 т/га.

Проведенный анализ статистических параметров выборки селекционно-значимых признаков коллекционных сортообразцов позволил оценить вариабельность показателей и отобрать ценные формы по комплексу хозяйственно-полезных признаков. Среди изученных сортообразцов значительной площадью наибольшего (232,2-259,2 см²) и флагового (112,0-120,8 см²) листа выделились образцы к-8477, к-8885, к-9480, а также образец к-10112 с самым высоким значением листовой поверхности наибольшего листа – 277,3 см² (табл. 3).

Таблица 3. Морфометрические показатели сортообразцов зернового сорго коллекционного питомника, 2023-2025 гг

Table 3. Morphometric parameters of grain sorghum varieties from the collection nursery, 2023-2025

Образец	Происхождение	Высота растений, см		Площадь листа, см ²	
		через 30 дней от всходов	при созревании	наибольшего	флагового
Старт (St)	Россия	52,8	122,6	137,2	87,9
к-10112	Молдова	72,6	188,9	277,3	98,1
В-03-3001	Бразилия	89,6	177,2	199,8	48,4
В-03-3003	Бразилия	106,9	196,8	174,6	53,2
В-01-3005	Бразилия	87,4	140,4	227,5	88,1
к-2058	Египет	74,1	135,0	198,7	115,8
к-4075	США	57,7	118,4	202,7	75,1
О-к-8803/1	Индия	66,5	130,2	198,5	112,7
к-9115	Эфиопия	73,4	161,6	190,2	99,54
06-2037	Китай	60,9	101,9	207,8	92,3
к-8477	Франция	62,8	104,3	251,0	112,0
к-8885	Индия	75,6	113,5	232,2	112,8
к-9480	Россия	61,8	111,1	259,2	120,8

В селекции сортов и гибридов зернового сорго в интересах кормопроизводства для получения моноорма, зерносенажа работа селекционеров направлена на создание более высокорослых форм зернового сорго с большей высотой в конце вегетации и, следовательно, урожайностью надземной биомассы. В ходе исследования установлено, что большинство образцов по значению признака практически идентичны стандарту сорту Старт (122,6 см), у них высота при созревании варьирует в пределах 111,1 см (к-9480) – 143,3 см (к-2058). Однако в рабочей коллекции выявлены и вы-

сокорослые формы: В-03-3001, В-03-3003, к-175, к-9115, к-10112, высота травостоя которых составляет 161,6-196,8 см.

В рабочей коллекции образцов выделены высокорослые формы из Бразилии В-03-3001 и В-03-3003, сформировавшие растения, высота которых при созревании достигла 177,2 и 196,8 см соответственно, формирующие высокую урожайность биомассы – 16,76-18,20 т/га, а также имеющие зерновую продуктивность свыше 3,00 т/га, что делает их перспективными для селекции сортов кормового назначения в производстве зерносенажа, моноорма.

Масса 1000 семян – это показатель, который характеризует крупность и выполненность семян. Используется для расчёта нормы высева семян и оценки потенциальной урожайности. Для ее определения берут семена и тщательно перемешивают, затем отсчитывают две пробы по 500 семян (без выбора), далее взвешивают каждую пробу с точностью до сотой доли грамма и вычисляют сумму результатов взвешивания двух проб. Масса 1000 семян сорго должна быть не менее 15 г согласно ГОСТ 11229-89 «Семена сорго. Сортовые и посевные качества. Технические условия».

Установлены крупнозерные образцы с массой 1000 семян свыше 30,0 г: к-2058 – 36,22 г, к-4075 – 31,83 г, О-к-8803/1 – 33,74 г (табл. 4). Выявлены наиболее продуктивные формы с урожайностью зерна выше 4,5 т/га: к-2058 – 4,87 т/га, к-3941 – 4,52 т/га, О-к-8803/1 – 4,72 т/га, к-9115 – 4,78 т/га, 06-2037 – 5,11 т/га, среди них 3 образца к-2058, О-к-8803/1 и к-4075 отличались комплексом ценных показателей – крупнозерностью, высокой зерновой продуктивностью и светлой бело-голубой окраской семян.

Таблица 4. Элементы продуктивности сортообразцов зернового сорго коллекционного питомника, 2023-2025 гг.

Table 4. Productivity elements of grain sorghum varieties from the collection nursery, 2023-2025

Образец	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га	
		зерна	биомассы
Старт (St)	30,71	4,25	13,68
к-10112	24,74	3,82	19,85
В-03-3001	26,90	3,71	16,76
В-03-3003	22,36	3,16	18,20
В-01-3005	22,57	4,09	14,34
к-2058	36,22	4,87	17,13
к-4075	31,83	3,66	13,03
О-к-8803/1	33,74	4,72	15,38
к-9115	25,29	4,78	17,69
06-2037	24,05	5,11	15,83
к-8477	24,97	3,39	17,31
к-8885	28,13	3,00	14,53
к-9480	20,76	4,45	13,23

При разработке модели сорта сорго для применения в качестве сырья для перерабатывающей промышленности необходимо учитывать как агроклиматические условия региона, так и биологические особенности культуры, в том числе устойчивость к факторам внешней среды. Поэтому повышение холодоустойчивости и засухоустойчивости, устойчивости к болезням и вредителям является обязательным требованием к новым сорта и гибридам сорго.

Согласно литературным данным, Поволжский экономический регион характеризуется 2065-3500^оС суммой активных температур. Такая теплообеспеченность позволяет возделывать на территории региона раннеспелые, среднеранние, среднеспелые сорта и гибриды сорго. Для дости-

жения новыми сортами зернового сорго полной спелости зерна вегетационный период не должен превышать 115-120 дней. При моделировании сорта сорго при выращивании в засушливых условиях необходимо достигать оптимальной высоты растений. Так, интенсивность стартового роста (высота растений через 30 дней после всходов) желательна более 45 см, чтобы растения на начальных этапах роста и развития могли успешно бороться с сорняками. В период созревания высота растений должна быть в пределах 110,0-140,0 см, такие параметры обеспечивают технологичность уборки урожая. Основным признаком для селекционера при оценке исходного материала – зерновая урожайность, которая в данной модели сорта установ-

лена в пределах от 5,2 до 5,8 т/га. Проведенными ранее исследованиями установлено, что для использования сорго в крах-

малопаточной промышленности в зерне должно быть высокое содержание крахмала, в пределах 71-77% (табл. 5).

Таблица 5. Основные селекционные показатели модели сорта сорго для получения продуктов переработки крахмала

Table 5. Key selection parameters of a sorghum variety model for obtaining starch processing products

Признак	Значение
Хозяйственные признаки	
Интенсивность начального роста, см	более 45
Высота растений, см	110,0-140,0
Площадь наибольшего листа, см ²	170,0-205,0
Диаметр стебля, мм	10-15
Число надземных узлов, шт.	7-10
Общая кустистость, шт.	1,0-1,5
Урожайность биомассы, т/га	15,0-17,0
Урожайность зерна, т/га	5,2-5,8
Масса 1000 зерен, г	более 30,0
Окраска зерна	светлая
Степень обнаженности зерновки от колосковых чешуй	сильно открытая
Степень вымолачиваемости	легкая
Качественные признаки	
Содержание крахмала в зерне, %	71-77
Теоретический выход крахмала, т/га	3,20-3,85

Выявленные 3 коллекционных образца к-2058, О-к-8803/1 и к-4075 отличились комплексом ценных показателей: крупнозерностью и светлой бело-голубой окраской семян, высокой зерновой продуктивностью, а также концентрацией крахмала в зерне – 71,0-75,0%. Этот ценный исходный материал отличается также устойчивым ежегодным вызреванием семян, характеризуется комплексом признаков, соответствующих показателям модели сорта для переработки на получение крахмала и крахмалопродуктов. Такие отличительные особенности позволяют перевести эти образцы для изучения в селекционный питомник в следующем году, а далее в питомник предварительного сортоизучения.

Заключение. В результате трехлетних исследований коллекционного питомника зернового сорго выделены образцы, отличающиеся наиболее крупной массой зерновки: к-4075, к-2058, О-к-8803/1 с массой 1000 семян в диапазоне 31,8-36,2 г. Кроме того, выявлен ряд образцов с повышенной

продуктивностью зерна – 06-2037, к-9115, к-2058, О-к-8803 (1) (4,72-5,11 т/га) и биомассы – к-9115, к-10112, В-03-3003 (17,69-19,85 т/га). Выявлены 3 образца к-2058, О-к-8803/1 и к-4075 с комплексом ценных показателей – крупнозерностью, высокой зерновой продуктивностью, высоким содержанием крахмала в зерне (71,0-75,0%), светлой бело-голубой окраской зерновки. Этот ценный исходный материал отличается устойчивым ежегодным вызреванием семян, характеризуется набором признаков, соответствующих показателям модели сорта для переработки на получение крахмала и крахмалопродуктов.

Научный подход к решению проблемы вовлечения в переработку на крахмал жаровыносливой культуры зернового сорго позволит выявить физико-химические и технологические свойства и особенности этого крахмалоноса, которые могут стать для регионов с засушливым климатом источниками обеспечения продовольственной безопасности России.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АТЛАС – биоресурсная коллекция сорговых культур ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» / Титов В.Н. [и др.]. Саратов. Техно-Декор, 2022. 188 с.
2. Селекция зернового сорго для повышения ассортимента зернофуражных культур в засушливых регионах России / Семин Д.С. [и др.] // Аграрная наука. 2026. № 2. С. 83-90.
3. Коллекционные сортообразцы зернового сорго как исходный материал для селекции продуктивных сортов с высоким выходом протеина зерна [Электронный ресурс] / Семин Д.С. [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2024. № 3. С. 63. Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/3/st_310.pdf DOI: <https://doi.org/10.51419/202143310>.
4. Коллекционные образцы зернового сорго для селекции сортов с высоким выходом крахмала / Семин Д.С. [и др.] // Научная жизнь. 2024. Т. 19, № 6.
5. Алабушев А.В., Ковтунов В.В., Ковтунова Н.А. Качество зерна коллекционных образцов сорго зернового. Ростов н/Д: Книга. 2013. 144 с.
6. Основные итоги и перспективы развития лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур / Антимонов А.К. [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20, № 2 (2). С. 390-395.
7. Сыркина Л.Ф., Антимонов А.К., Антимонова О.Н. Сахарное и зерновое сорго как альтернативный кормовой ресурс в животноводстве в условиях планетарного потепления климата // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. 2023. Т. 2, № 2. С. 8-14.
8. Зерновое сорго – сельскохозяйственная культура с большими возможностями: биологический потенциал, использование в пищевой промышленности и кормопроизводстве: монография // Сазонова И.А. [и др.]. Саратов: Наука, 2023. 127 с.
9. Effects of Short-Term High Temperature on Photosynthesis and Photosystem II Performance in Sorghum / Yan K. [et al.] // Journal of Agronomy and Crop Science. 2011. No. 197 (5). P. 400-408. 10.1111/j.1439-037x.2011.00469.x.
10. Recent advancements in the breeding of sorghum crop: current status and future strategies for marker-assisted breeding / Baloch F.S. [et al.] // Front. Genet. 2023. Vol. 14. P. 1150616. doi: 10.3389/fgene.2023.1150616.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М. 1989. 194 с.
12. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench / Якушевский Е.С [и др.]. Л.: 1982. 34 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс. 2014. 351 с.
14. Киселева Н.С. Способ вычисления площади листа груши по линейным измерениям с помощью расчетных коэффициентов и методом вариационной статистики // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 52 (1). С. 211-217. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.1.211rus.
15. Дорофеева М.М., Бонецкая С.А. Сравнительный анализ некоторых классических и современных методик определения площади листовой поверхности // Растительные ресурсы. 2020. Т. 56, № 2. С. 182-192. DOI: 10.31857/S0033994620020041.
16. Методика измерения параметров листовых пластинок по цифровому изображению с использованием специализированного программного обеспечения / Самаркина Е.И. [и др.] // Растительные ресурсы. 2019. № 4 (55). С. 537-547. DOI: 10.1134/S0033994619040101.
17. Беседа Н.А. Создание признаковой и генетической коллекции крупнозерных форм сорго зернового // Научный журнал КубГАУ. 2010. № 62 (08). С. 12-13. <http://ej.kubagro.ru/2010/08/pdf/03.pdf> 1.

REFERENCES

1. ATLAS – bioresource collection of sorghum crops of the Rossorgo / Titov V.N. [et al.]. Saratov: Techno-Decor, 2022. 188 p. [In Russ.].
2. Breeding of grain sorghum to increase the range of grain forage crops in arid regions of Russia / Semin D.S. [et al.] // Agrarian science. 2026. No. 2. P. 83-90. [In Russ.].
3. Collection accessions of grain sorghum as source material for breeding productive varieties with a high yield of grain protein [Electronic resource] / Semin D.S. [et al.] // AgroEcoInfo. 2024. No. 3. P. 63. Access mode: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/3/st_310.pdf DOI: <https://doi.org/10.51419/202143310>. [In Russ.].
4. Collection samples of grain sorghum for breeding varieties with high starch yield / Semin D.S. [et al.] // Scientific life. 2024. Vol. 19, No. 6. [In Russ.].
5. Alabushev A.V., Kovtunov V.V., Kovtunova, N.A. Grain quality of collection samples of grain sorghum. Rostov n / D: Kniga. 2013. 144 p. [In Russ.].
6. Main results and prospects for the development of the laboratory for breeding and seed production of cereal and sorghum crops / Antimonov A.K. [et al.] // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018. Vol. 20, No. 2 (2). P 390-395. [In Russ.].
7. Syrkina L.F., Antimonov A.K., Antimonova O.N. Sweet and grain sorghum as an alternative feed resource in animal husbandry under conditions of planetary warming // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Agricultural sciences. 2023. Vol. 2, No. 2. P. 8-14. [In Russ.].
8. Grain sorghum as an agricultural crop with great potential: biological potential, use in the food industry and forage production: a monograph / Sazonova I.A. [et al.]. Saratov: Nauka, 2023. 127 p. [In Russ.].
9. Effects of Short-Term High Temperature on Photosynthesis and Photosystem II Performance in Sorghum / Yan K. [et al.] // Journal of Agronomy and Crop Science. 2011. No. 197 (5). P. 400-408. 10.1111/j.1439-037x.2011.00469.x.
10. Recent advancements in the breeding of sorghum crop: current status and future strategies for marker-assisted breeding / Baloch F.S. [et al.] // Front. Genet. 2023. Vol. 14. P. 1150616. doi: 10.3389/fgene.2023.1150616.
11. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Moscow, 1989. 194 p. [In Russ.].
12. Broad Unified Classification of CMEA and International Classification of CMEA Cultivated Species of the Genus Sorghum Moench / Yakushevsky E.S. [et al.]. L: 1982. 34 p. [In Russ.].
13. Dospekhov, B.A. Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., revised and add. Moscow: Alliance, 2014. 351 p. [In Russ.].
14. Kiseleva, N.S. Method for calculating pear leaf area from linear measurements using calculated coefficients and the method of variation statistics // Agricultural Biology. 2017. No. 52 (1). P. 211-217. DOI: 10.15389/agrobiol.2017.1.211rus. [In Russ.].
15. Dorofeeva M.M., Bonetskaya S.A. Comparative analysis of some classical and modern methods for determining the leaf surface area // Plant Resources. 2020. Vol. 56, No. 2. P. 182-192. DOI: 10.31857/S0033994620020041. [In Russ.].
16. Methodology for measuring the parameters of leaf blades from a digital image using specialized software / Samarkina E.I. [et al.] // Plant Resources. 2019. No. 4 (55). P. 537-547. DOI: 10.1134/S0033994619040101. [In Russ.].
17. Beseda N.A. Creation of a trait and genetic collection of large-grain forms of grain sorghum // Scientific journal of KubSAU, 2010. No. 62 (08). P. 12-13. <http://ej.kubagro.ru/2010/08/pdf/03.pdf> 1. [In Russ.].

Информация об авторах / Information about the authors

Ефремова Ирина Григорьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»);

410050, Российская Федерация, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, 4, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7188-9332>, e-mail: efremova-irina1946irina@yandex.ru

Семин Дмитрий Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»); 410050, Российская Федерация, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, 4, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6782-5256>, e-mail: sds-balashov@yandex.ru

Куколева Светлана Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»); 410050, Российская Федерация, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, 4, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0582-9024>, e-mail: lily74-88@mail.ru

Подгорнов Евгений Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела агротехнологий в производственно-семеноводческом центре управления научно-технологического обеспечения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»); 410050, Российская Федерация, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, 4, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6228-9791>, e-mail: podgornow0308@mail.ru

Светлов Владислав Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела биохимии и биотехнологии, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»); 410050, Российская Федерация, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, 4, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0270-1970>, e-mail: svsvetlov1992@mail.ru

Irina G. Efremova, PhD (Agr.), Leading Researcher, Department of Breeding and Primary Seed Production, Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn (Rossorghum); 410050, the Russian Federation, Saratov, 4 1st Institutsky Proezd, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7188-9332>, e-mail: efremova-irina1946irina@yandex.ru

Dmitry S. Semin, PhD (Agr.), Chief Researcher, Department of Breeding and Primary Seed Production, Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn (Rossorghum); 410050, the Russian Federation, Saratov, 4 1st Institutsky Proezd, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6782-5256>, e-mail: sds-balashov@yandex.ru

Svetlana S. Kukoleva, PhD (Agr.), Senior Researcher, Department of Breeding and Primary Seed Production, Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn (Rossorghum); 410050, the Russian Federation, Saratov, 4 1st Institutsky Proezd, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0582-9024>, e-mail: lily74-88@mail.ru

Evgeny V. Podgornov, PhD (Agr.), Senior Researcher, Department of Agrotechnology, Production and Seed Center, Scientific and Technological Support Department, Russian Research,

Design and Technology Institute of Sorghum and Corn (Rossorghum); 410050, the Russian Federation, Saratov, 4 1st Institutsky Proezd, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6228-9791>, e-mail: podgornow0308@mail.ru

Vladislav V. Svetlov, PhD (Agr.), Researcher, Department of Biochemistry and Biotechnology, Russian Research, Design and Technological Institute of Sorghum and Corn (Rossorghum); 410050, the Russian Federation, Saratov, 4 1st Institutsky Proezd, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0270-1970>, e-mail: svsvetlov1992@mail.ru

Заявленный вклад авторов

Ефремова Ирина Григорьевна – разработка методик исследования, сбор данных, подбор литературных источников.

Семин Дмитрий Сергеевич – проведение эксперимента, подбор литературных источников.

Куколева Светлана Сергеевна – оформление статьи в соответствии с требованиями журнала, проведение эксперимента, подбор литературных источников, сбор данных.

Подгорнов Евгений Викторович – проведение эксперимента, сбор данных.

Светлов Владислав Владимирович – проведение эксперимента, сбор данных.

Claimed contribution of the authors

Irina G. Efremova – development of research methods, data collection, and selection of literary sources.

Dmitry S. Semin – experimentation and selection of literary sources.

Svetlana S. Kukoleva – article formatting in accordance with the Journal requirements, conducting the experiment, selecting literary sources, and data collection.

Evgeny V. Podgornov – experimentation and data collection.

Vladislav V. Svetlov – experimentation and data collection.

Поступила в редакцию 23.07.2026

Поступила после рецензирования 26.08.2026

Принята к публикации 28.08.2026

Received 23.07.2026

Revised 26.08.2026

Accepted 28.08.2026