

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ/PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGYDOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.46> EDN: LHYNCD**ИЗУЧЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЗЕРНОВОГО СОРГО ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ НА ЮГЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Научная статья

Костылев П.И.^{1,*}, Кудашкина Е.Б.², Авраменко Ф.В.³¹ORCID : 0000-0002-4371-6848;²ORCID : 0000-0002-3392-4774;¹Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Российская Федерация^{1,2}Майкопский государственный технологический университет, Майкоп, Российская Федерация³ООО Катриссо-Агро, г. Зерноград, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (p-kostylev[at]mail.ru)

Предложена: 11.06.2026; Принята: 28.07.2026; Опубликовано: 17.09.2026

Аннотация

Для селекционеров актуальной является задача создания новых сортов и гибридов сорго зернового, отвечающих требованиям современного сельскохозяйственного производства. Статья посвящена изучению изменчивости различных признаков растений зернового сорго. Были изучены 2790 коллекционных и селекционных образцов сорго зернового по высоте растений, длине метёлки, массе зерна с метёлки, массе 1000 зёрен. Эти величины признаков можно учитывать для отбора высокоурожайных генотипов сорго и в дальнейшем использовать в программе повышения урожайности сортов. В результате изучения сорго зернового установлен значительный полиморфизм по всем признакам. Выявлена высокая положительная корреляционная связь длины метёлки с массой зерна с метёлки ($r=0,70\pm0,05$) и числом зёрен на метелке ($r=0,69\pm0,05$), а также массы зерна с метёлки с числом зёрен на метелке ($r=0,94\pm0,05$). Научная новизна состоит во всестороннем изучении большого количества образцов сорго зернового различного эколого-географического происхождения и выделении ценных источников. Отобраны продуктивные образцы с комплексом хозяйственно-ценных признаков: ПР-24/233, ПР-24/129, ПР-24/185, ПР-24/75, ПР-24/208, ПР-24/188 и другие, значительно превысившие средние значения всех образцов по массе зерна с метёлки (более 50 г). У образца Белозерное отмечено сочетание высокой урожайности, оптимальной высоты растений, высокой массой зерна с метёлки и массой 1000 семян.

Ключевые слова: сорго зерновое, высота растений, длина метёлки, масса зерна с метёлки, масса 1000 зёрен, корреляция.

STUDY OF GRAIN SORGHUM SELECTION MATERIAL BASED ON AGRONOMIC TRAITS IN THE SOUTH OF ROSTOV OBLAST

Research article

Kostylev P.I.^{1,*}, Kudashkina Y.B.², Avramenko F.B.³¹ORCID : 0000-0002-4371-6848;²ORCID : 0000-0002-3392-4774;¹Agrarian Science Center "Donskoy", Zernograd, Russian Federation^{1,2}Maykop State Technological University, Maykop, Russian Federation³Katrisso-Agro LLC, Zernograd, Russian Federation

* Corresponding author (p-kostylev[at]mail.ru)

Suggested: 11.06.2026; Accepted: 28.07.2026; Published: 17.09.2026

Abstract

A key challenge for plant breeders is to develop new varieties and hybrids of grain sorghum that meet the requirements of modern agricultural production. The article focuses on the study of the variability of various traits in grain sorghum plants. A total of 2,790 collection and breeding samples of grain sorghum were studied for plant height, panicle length, panicle grain weight and 1,000-grain weight. These trait values can be taken into account when selecting high-yielding sorghum genotypes and subsequently used in programmes to improve the yield of varieties. The results of the study of grain sorghum showed significant polymorphism across all traits. A strong positive correlation was found between panicle length and panicle grain weight ($r = 0,70 \pm 0,05$) and the number of grains per panicle ($r = 0,69 \pm 0,05$), as well as between panicle grain weight and the number of grains per panicle ($r = 0,94 \pm 0,05$). The scientific novelty lies in the comprehensive analysis of numerous grain sorghum samples of various ecological and geographical origins and the identification of valuable sources. Productive samples with a combination of economically valuable traits were selected: PR-24/233, PR-24/129, PR-24/185, PR-24/75, PR-24/208, PR-24/188 and others, which significantly exceeded the average values for all samples in terms of panicle grain weight (over 50 g). The Belozernoye variety was noted for its combination of high yield, optimal plant height, high grain weight per panicle and 1,000-seed weight.

Keywords: grain sorghum, plant height, panicle length, grain weight per panicle, weight of 1,000 grains, correlation.

Введение

Сорго (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) представляет собой одну из наиболее древних сельскохозяйственных культур, имеющих глобальное экономическое и продовольственное значение. В современном мировом сельском хозяйстве данная культура занимает пятое место по объемам производства среди зерновых, играя ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и кормовой базы. Сорго составляет основу рациона питания приблизительно 500 миллионов человек в 30 странах Африки и Азиатского региона. Оно возделывается в засушливых, полузасушливых и зонах недостаточного увлажнения в 85 странах на площади более 50 млн га [1, С. 3].

Уникальные физиологические особенности растения обеспечивают его высокую адаптивность к различным стрессовым факторам окружающей среды, включая засоление почв и дефицит влаги, что обуславливает его статус важнейшей засухоустойчивой культуры [3].

С практической точки зрения сорго обладает полифункциональным значением: в пищевой промышленности зерно перерабатывается в муку, крупы, крахмал; в ферментационной промышленности служит сырьём для производства пива и алкогольных напитков; в животноводстве. Сорго не только высокоурожайная культура, но и богатая углеводами, белками, аминокислотами, минеральными веществами, витаминами, которые играют важную роль в повышении продуктивности животных [4, С. 14].

В контексте стратегического развития агропромышленного комплекса на ближайшую перспективу особую актуальность приобретает интенсификация животноводческого производства и модернизация его кормовой базы. В условиях аридных территорий Южного федерального округа целесообразно расширение культивации высокопродуктивных засухоустойчивых сортов зернового сорго, которое в зонах с дефицитом влагообеспеченности может выступать в качестве базовой культуры для оптимизации севооборотных систем.

Основным лимитирующим фактором широкой производственной адаптации сорго выступает дефицит районированных сортов и гибридных форм, соответствующих требованиям промышленного семеноводства. Наиболее перспективным направлением решения данной проблемы представляется селекция новых генотипов зернового сорго, обладающих стабильной продуктивностью в различных агроклиматических условиях.

Сорго характеризуется значительным полиморфизмом генетических признаков, что создает теоретические предпосылки для эффективного отбора и последующей гибридизации. Современные генетические и геномные исследования обеспечивают не только идентификацию ключевых локусов, детерминирующих хозяйственно-ценные признаки, но и расширение генетического разнообразия селекционного материала. Многие важные признаки засухоустойчивости, такие как сохранение зеленого цвета листьев, содержание хлорофилла, количество листьев, длина листьев, ширина листьев и площадь листьев, а также характеристики корней, контролируются множеством генов, расположенных в пределах геномных областей, называемых локусами количественных признаков (QTL). Идентификация и понимание QTL, связанных с этими признаками, имеют большое значение для создания засухоустойчивых сортов сорго [5].

Агрофизиоморфологический мониторинг сортов сорго в Сенегале показал высокозначимое влияние стресса от засухи на рост растений, выражающееся в уменьшении количества листьев, биомассы, высоты и урожая. Дисперсионный анализ выявил высокозначимые различия между сортами в разных условиях по большинству признаков. В условиях дефицита воды изменчивость была менее выражена по количеству листьев и высоте растений в конце стрессового периода. Адаптационные реакции были связаны со способностью сортов быстро расти и завершать свой цикл [9].

Банки зародышевой плазмы представляют собой стратегический ресурс для селекционных программ, поскольку их генетическая гетерогенность и потенциальное содержание уникальных аллелей обеспечивают возможность интрогрессии ценных признаков в культивируемые сорта.

Генетические ресурсы сельскохозяйственных культур с достаточным генетическим разнообразием крайне важны для выведения новых сортов с желаемыми агротехническими характеристиками и высокой способностью к связыванию углерода для устойчивого растениеводства и поддержания здоровья почвы. Фенотипическая изменчивость зависит от генетической структуры исследуемой популяции и условий выращивания [8].

Дальнейшая селекция сортов сорго имеет решающее значение для смягчения последствий изменения климата в будущем и обеспечения продовольствием растущее население планеты. Этого можно добиться путем эффективного отбора генетически более совершенных и устойчивых генотипов на основе степени разнообразия исходного материала. Успех улучшения любой сельскохозяйственной культуры зависит от степени генетической изменчивости исходного материала и эффективности селекции [10].

Коллекционные образцы сорго характеризуются выраженным полиморфизмом по ряду морфологических и физиологических признаков, включая окраску листовой пластинки и центральной жилки, архитектуру метелки, продолжительность вегетационного периода до фазы цветения, площадь листовой поверхности (включая флаговый лист), высоту растений, а также продуктивность по зеленой массе и зерну. В отличие от этого, различия по количеству листьев и побегов на одно растение статистически менее значимы [7].

Сорго зерновое имеет огромное разнообразие сортов. Разнообразный материал и обширный генофонд культуры сорго позволяет целенаправленно вести селекцию. Поэтому для селекционеров актуальной является задача создания новых сортов и гибридов сорго зернового, отвечающих требованиям современного сельскохозяйственного производства и адаптированных к изменяющимся климатическим условиям, что даст возможность решать проблему повышения урожайности и улучшения качества зерна.

Цель работы — комплексная оценка селекционного материала сорго зернового и выделение ценных генотипов для создания новых высокоурожайных сортов с высоким качеством зерна.

Научная новизна работы состоит в том, что условиях села Ленинка Зерноградского района Ростовской области проведено всестороннее изучение большого количества образцов сорго зернового различного эколого-географического происхождения и выделены источники основных хозяйственно-ценных признаков и свойств.

Методы и принципы исследования

Объектом исследования послужили 2790 коллекционных и селекционных образцов сорго зернового ООО «Катриссо». Предмет исследования: биометрические показатели сорго (высота растения, длина метёлки, масса зерна с метёлки, 1000 зёрен).

В работе использовали Методику полевого опыта Б.А. Доспехова (2014) [2] и Методические указания по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур (ВИР, 1968). Посев сорго проводили в селе Ленинка Зерноградского района Ростовской области в первой декаде мая сеялкой СПЧ-6 широкорядным способом с междурядьями 70 см, на глубину 4–5 см, с нормой высева 280 тыс. шт./га. Площадь делянки 5 м². Почва опытного участка — чернозем обыкновенный мощный. Характеризуется высокой карбонатностью и наличием мощного гумусного слоя, достигающего 120 см, содержание гумуса в пахотном слое 3,6%.

Уборку сорго осуществляли при достижении полной спелости зерна вручную, вырезая метёлку с главного стебля. Учет урожая сорго зернового проводился в фазе полной спелости зерна. Для статистической обработки информации использовали программы Excel и Statistica 8.

Агрометеорологические условия для роста и развития сорго в 2025 году сложились не очень благоприятно, так как были очень засушливыми (ГТК май–сентябрь = 0,52). Погода характеризовалась высокой суммой биологически активных температур — 3381 °С, что на 481 °С больше среднееголетних значений, пониженным количеством осадков, 182 мм — 68% от нормы.

Основные результаты

Современные сорта и гибриды должны быть приспособлены к механизированной уборке. Для этого необходимо создание короткостебельных сортов и гибридов с высотой растения 90–120 см. Сорта, отвечающие этим требованиям, отличаются высокой технологичностью, что особенно важно при механизированной уборке. У них благоприятно сочетаются важные хозяйственные признаки: невысокий стебель, на построение которого расходуется меньше влаги и питательных веществ, устойчивость к полеганию, более оптимальное соотношение зерна и вегетативной массы.

Оценка селекционных образцов по данному признаку показала, что основная доля (61,3%) относится к низкорослой (40–60 см) группе, среднерослые (60–80 см) формы составляют 24,1%. Карликов с высотой 30–40 см было 12,1%. Образцы, формирующие высоту растений более 80 см, занимают незначительную долю (2,6%) (рис. 1).

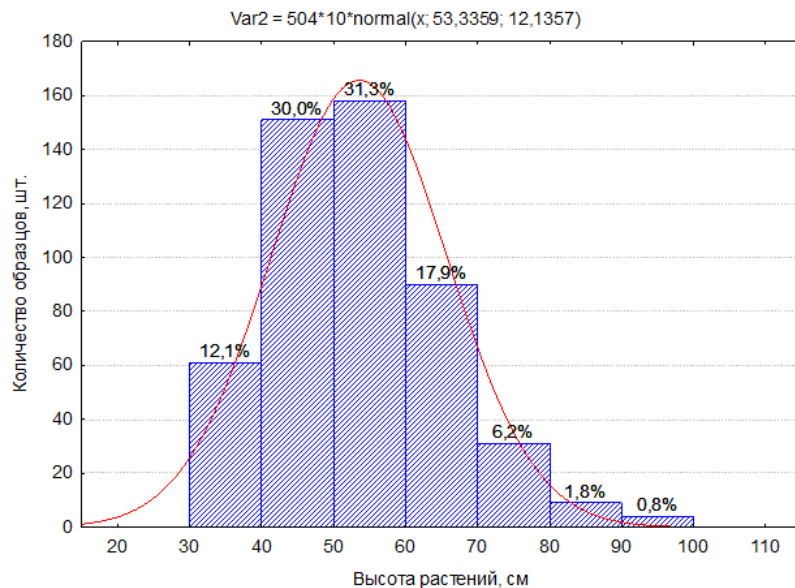


Рисунок 1 - Распределение образцов сорго зернового по признаку «высота растения», 2025 г.

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.46.1>

К признакам, определяющим продуктивность сортов и гибридов сорго зернового, относится длина метёлки. Селекционная работа по культуре сорго зернового должна быть направлена на увеличение метёлки.

Размах варьирования по этому признаку был от коротких 5 см до очень длинных — 45 см. Максимальное количество образцов (43,7%) имели среднюю длину метёлки 10–15 см. Образцов с длинной метёлкой (более 30 см) было 3% (рис. 2). Максимальная длина метелки была у образца ПР-24/113 — 47,5 см.

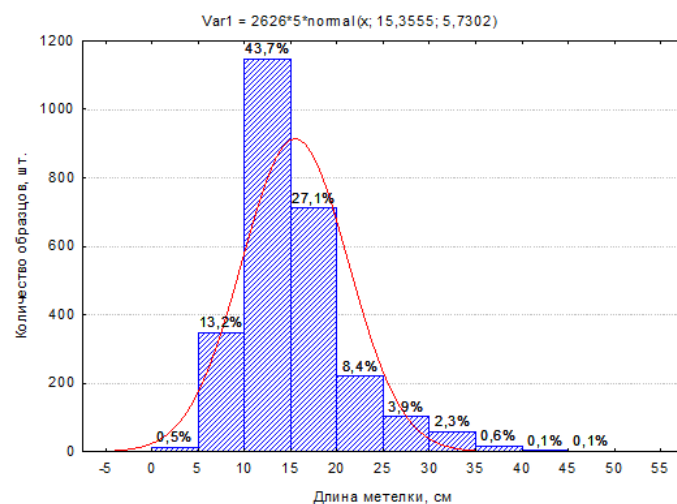


Рисунок 2 - Распределение образцов сорго зернового по признаку «длина метёлки», 2025 г.
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.46.2>

Современные исследования по сорго доказывают возможность увеличения одного компонента урожайности без снижения другого. Формирование количества зёрен в метелке напрямую связано с формой соцветия и её размером. Как следствие, морфология метелки оказывает прямое влияние на величину урожайности зерна. Продуктивность одного растения имеет сильную корреляцию с длиной метёлки, а также положительную корреляционную связь с числом зёрен и массой зёрен с метёлки. В свою очередь, масса зерна с метёлки коррелирует с шириной и длиной метёлки. В исследованиях Ayana, Bekele (2000) коллекционного материала сорго длина метелки положительно и достоверно коррелировала с шириной метелки и длиной первичных ветвей на метелке, но отрицательно — с количеством первичных ветвей на метелке [6].

Таким образом, исследования, направленные на увеличение озернённости метёлки и крупнозёрности имеет большое значение в селекционных программах по повышению урожайности зерна сорго.

В селекции сельскохозяйственных культур основной целью является создание высокоурожайных сортов и гибридов. У сорго зернового одними из основных элементов, определяющих структуру урожая, являются количество зёрен в метелке и масса 1000 зёрен. Наибольший вклад в урожайность зерна вносит признак «количество зёрен в метелке». Анализ распределения образцов сорго зернового по этому признаку показал, что основная доля образцов (69,6%) находилась в классах с низкой озернённостью метёлки до 300 шт. (рис. 3).

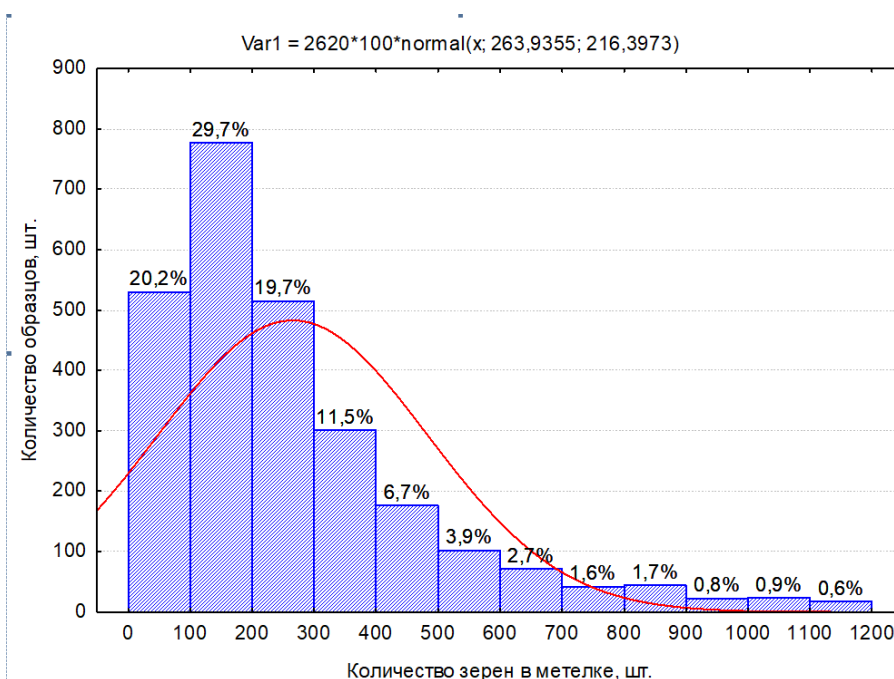


Рисунок 3 - Распределение образцов сорго зернового по признаку «количество зёрен в метёлке», 2025 г.
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.46.3>

Недостаток осадков в 2025 г. способствовал снижению озёрнённости селекционных образцов. Низкоозёрненных образцов (до 100 зерен) было 20,2%. В то же время часть образцов коллекции (19%) характеризовалась повышенным количеством зёрен в метёлке от 401 до 1200 шт. Наиболее озёрнёнными оказались метёлки у образцов ПР-24/257, ПР-24/233, ПР-24/120. При этом масса 1000 зерен у них была невысокая, 12-22 г.

Урожайность у сорго, как и у многих других зерновых культур, определяется четырьмя основными составляющими: количеством растений на единице площади, количеством метёлок на растении, количеством зерен в метёлке и массой 1000 зёрен. Наибольший вклад в общий урожай зерна сорго вносят количество зерен в метёлке и масса 1000 зёрен. Урожайность зернового сорго имеет прямую корреляционную связь с массой 1000 зёрен и количеством зерен в метёлке.

Размер зерновки считается одним из наиболее важных признаков. Образцы с крупным зерном, как правило, более урожайные за счёт лучшего прорастания, а также более мощного роста и развития проростков. Кроме того, из зерна крупнозёрных образцов увеличивается выход крупы и улучшается её качество.

Масса 1000 зёрен имеет большое значение для начального роста растений, так как более крупные семена обеспечивают проростки большим количеством питательных веществ. Кроме того, размеры семян имеют большое значение в технологии посева. Крупные семена легче поддаются механизации точного распределения семян в почве при посеве.

Масса 1000 зёрен у изученных образцов сорго зернового варьировала, по нашим данным, от 9 до 49 г. Среднее значение в исследовании составило 25,2 г. Согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ, изучаемые образцы по признаку «масса 1000 зёрен» распределены на 3 класса: малая (11–20 г) — 24,8%, средняя (21–30 г) — 60,5%, большая (31–40 г) — 14,2% и очень большая (более 40 г) — 0,4% образцов (рис. 4).

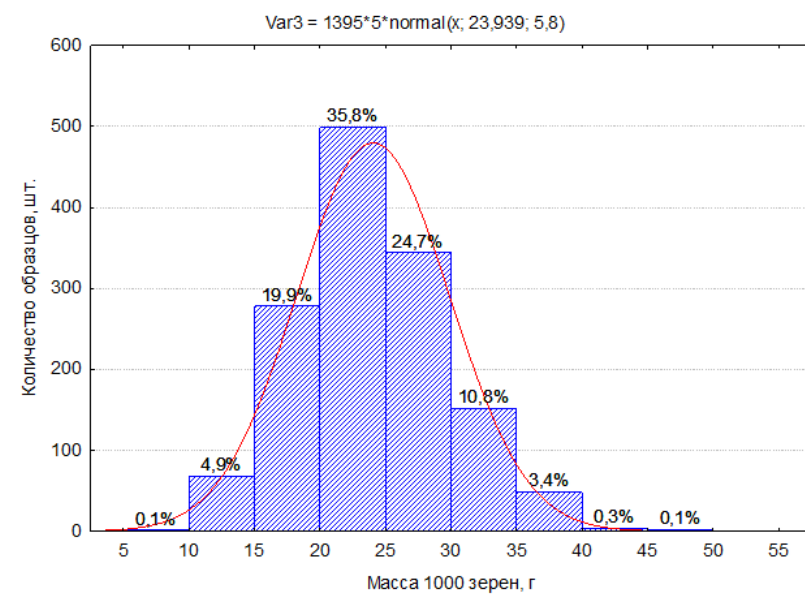


Рисунок 4 - Распределение образцов сорго зернового по признаку «масса 1000 зёрен», 2025 г.

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.46.4>

Большая масса 1000 зёрен отмечена у образцов: К-105/24 (41,0 г), ПР-24/236 (42,2 г) и ПР 24/279 (49,1 г). Масса зерна с метелки варьировала от 9,5 до 113,5 г (рис. 5).

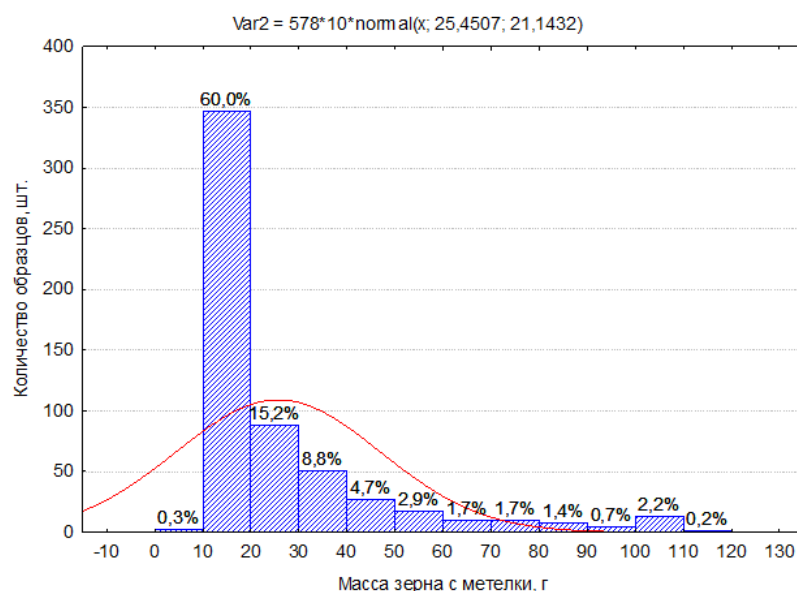


Рисунок 5 - Распределение образцов сорго зернового по признаку «масса зерна с метёлки», 2025 г.
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.46.5>

Масса зерна с метёлки имеет большое значение как наиболее важный элемент структуры урожая. По результатам этого года преобладали образцы с маленькими метелками, до 20 г, их было 60%, что связано с условиями жесткой засухи. При этом 10,8% образцов сформировали метелки массой более 50 г, особенно выделились образцы: ПР-24/233, ПР-24/129, ПР-24/185, ПР-24/75, ПР-24/208, ПР-24/188. Этот признак был наиболее нестабильным среди образцов, что связано как с генетической изменчивостью материала, так и с неравномерным размещением растений по площади.

Статистический анализ позволил выявить высокую положительную корреляционную связь длины метелки с массой зерна с метелки ($r=0,70\pm 0,05$) и количеством зёрен на метелке ($r=0,69\pm 0,05$), а также массы зерна с метелки с количеством зёрен на метелке ($r=0,94\pm 0,05$) (табл. 1).

Длина метелки слабо положительно коррелировала с массой 1000 зёрен ($r=0,16\pm 0,05$). Масса 1000 зёрен слабо положительно коррелировала с массой зерна с метелки ($r=0,22\pm 0,05$).

Таблица 1 - Корреляции признаков образцов сорго между собой

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.46.6>

	Длина метелки	Масса зерна с метелки	Масса 1000 зерен	Количество зерен на метелке
Длина метелки	1,00	0,70	0,16	0,69
Масса зерна с метелки	0,70	1,00	0,22	0,94
Масса 1000 зерен	0,16	0,22	1,00	0,02
Количество зерен на метелке	0,69	0,94	0,02	1,00

В результате структурного анализа были выделены лучшие образцы: 43, 49, 1645, 1647 и др., значительно превысившие стандарт Белозерное и средние значения изученной группы образцов (табл. 2).

Таблица 2 - Характеристика лучших коллекционных образцов сорго зернового, 2025 год

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.46.7>

Номер делянки	Сорт, образец	Длина метелки, см	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 семян, г	Количество зерен на метелке
20	Белозерное, стандарт	21,5	24,3	33,8	730
43	ПР 24/86	30,4	46,3	35,5	1304
49	ПР 24/240	35,7	84,0	39,6	2123

Номер деланки	Сорт, образец	Длина метелки, см	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 семян, г	Количество зерен на метелке
1645	553/24-3	14,3	41,5	38,5	1078
1647	234/24-1	14,9	33,6	38,7	868
1649	234/24-3	19,3	38,7	38,7	1001
2513	ПР 24/271	28,8	61,4	35,5	1729
2517	ПР 24/89	34,7	75,9	38,4	1979
2519	ПР 24/188	36,2	113,5	37,2	3053
2521	ПР 24/236	26,1	96,6	42,1	2294
2524	ПР 24/75	29,0	106,3	40,3	2639
2535	ПР 24/170	28,0	30,4	34,7	875
2536	ПР 24 186	33,5	57,4	34,8	1651
2538	ПР 24/84	27,5	39,7	34,9	1139
2587	ПР 24/104	23,0	36,6	37,0	990
2590	ПР 24/169	30,0	37,3	35,7	1047
2597	ПР 24/103	28,9	47,7	39,5	1208
2599	ПР 27/40	26,5	49,7	35,6	1397
2602	ПР 24/77	32,1	32,8	37,5	875
2720	Пр 24/24	22,0	35,5	35,4	1004
2749	Пр 24/261	31,2	56,8	34,3	1656
	Средние	15,5	8,9	24,2	371,3
	Стандартное отклонение	5,9	12,9	5,9	50,4

Выделенные в селекционном питомнике образцы рекомендуется использовать в качестве источников хозяйственно ценных признаков в селекционных программах по сорго зерновому.

Заключение

1. В результате изучения 2790 селекционных образцов сорго зернового выделены продуктивные образцы ПР-24/233, ПР-24/129, ПР-24/185, ПР-24/75, ПР-24/208, ПР-24/188 и другие, значительно превысившие средние значения всех образцов по массе зерна с метелки (более 50 г).

2. Выявлена высокая положительная корреляционная связь длины метелки с массой зерна с метелки ($r=0,70\pm0,05$) и количеством зёрен на метелке ($r=0,69\pm0,05$), а также массы зерна с метелки с количеством зёрен на метелке ($r=0,94\pm0,05$).

3. Выделены образцы с комплексом хозяйственно-ценных признаков. У образца Белозерное отмечено сочетание высокой урожайности, оптимальной высоты растений, высокой массой зерна с метелки и массой 1000 семян.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Алабушев А.В. Рекомендации по возделыванию сорго зернового / А.В. Алабушев, С.И. Горпиниченко, Г.В. Метлина [и др.]. — Ростов-На-Дону : ЗАО «Книга», 2013. — 32 с.
2. Исаков Я.И. Сорго / Я.И. Исаков. — Москва : Россельхозиздат, 1982. — 134 с.
3. Abreha K.B. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress / K.B. Abreha, M. Enyew, A.S. Carlsson [et al.] // Planta. — 2022. — № 255. — № 1. — P. 1–20. — DOI: 10.1007/s00425-021-03799-7.
4. Шепель Н.А. Сорго / Н.А. Шепель. — Волгоград : Комитет по печати, 1994. — 448 с.
5. Boyles R.E. Genome-wide association studies of grain yield components in diverse sorghum germplasm / R.E. Boyles, E.A. Cooper, M.T. Myers [et al.] // Plant Genome. — 2016. — Vol. 9. — № 2. — P. 1–17.



6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — Москва : Альянс, 2014. — 308 с.
7. Burow G. Characterization of a Multiseeded (msd1) Mutant of Sorghum for Increasing Grain Yield / G. Burow, Z. Xin, C. Hayes [et al.] // Crop Science. — 2014. — Vol 54. — № 5. — P. 2030-2037.
8. Tao Y. Novel Grain Weight Loci Revealed in a Cross Between Cultivated and Wild Sorghum / Y. Tao, E. Mace, B. George-Jaeggli [et al.] // Plant Genome. — 2018. — Vol. 11. — № 2. — DOI: 10.3835/plantgenome2017.10.0089.
9. Heinrich G.M. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments / G.M. Heinrich, C.A. Francis, J.D. Eastin // Crop Science. — 1983. — Vol. 23. — № 2. — P. 209–212.
10. Ayana A. Geographical patterns of morphological variation in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) germplasm from Ethiopia and Eritrea: quantitative characters / A. Ayana, E. Bekele // Euphytica. — 2000. — Vol 115. — № 2. — P. 91–104.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Alabushev A.V. Rekomendatsii po vozdelivaniyu sorgo zernovogo [Recommendations for the cultivation of grain sorghum] / A.V. Alabushev, S.I. Gorpinichenko, G.V. Metlina [et al.]. — Rostov-on-Don : CJSC "Kniga", 2013. — 32 p. [in Russian]
2. Isakov Ya.I. Sorgho [Sorghum] / Ya.I. Isakov. — Moscow : Rosselkhozizdat, 1982. — 134 p. [in Russian]
3. Abreha K.B. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress / K.B. Abreha, M. Enyew, A.S. Carlsson [et al.] // Planta. — 2022. — № 255. — № 1. — P. 1–20. — DOI: 10.1007/s00425-021-03799-7.
4. Shepel N.A. Sorgho [Sorgho] / N.A. Shepel. — Volgograd : Komitet po pechati, 1994. — 448 p. [in Russian]
5. Boyles R.E. Genome-wide association studies of grain yield components in diverse sorghum germplasm / R.E. Boyles, E.A. Cooper, M.T. Myers [et al.] // Plant Genome. — 2016. — Vol. 9. — № 2. — P. 1–17.
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opita (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniy) [Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)] / B.A. Dospekhov. — Moscow : Alyans, 2014. — 308 p. [in Russian]
7. Burow G. Characterization of a Multiseeded (msd1) Mutant of Sorghum for Increasing Grain Yield / G. Burow, Z. Xin, C. Hayes [et al.] // Crop Science. — 2014. — Vol 54. — № 5. — P. 2030-2037.
8. Tao Y. Novel Grain Weight Loci Revealed in a Cross Between Cultivated and Wild Sorghum / Y. Tao, E. Mace, B. George-Jaeggli [et al.] // Plant Genome. — 2018. — Vol. 11. — № 2. — DOI: 10.3835/plantgenome2017.10.0089.
9. Heinrich G.M. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments / G.M. Heinrich, C.A. Francis, J.D. Eastin // Crop Science. — 1983. — Vol. 23. — № 2. — P. 209–212.
10. Ayana A. Geographical patterns of morphological variation in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) germplasm from Ethiopia and Eritrea: quantitative characters / A. Ayana, E. Bekele // Euphytica. — 2000. — Vol 115. — № 2. — P. 91–104.