

УДК 633.174.1:631.527

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-403-02-83-90

Д. С. Семин ✉

И. Г. Ефремова

С. С. Куколева

В. И. Старчак

Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», Саратов, Россия

✉ sds-balashov@yandex.ru

Поступила в редакцию: 03.09.2025

Одобрена после рецензирования: 28.12.2025

Принята к публикации: 25.01.2026

© Семин Д. С., Ефремова И. Г.,
Куколева С. С., Старчак В. И.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-403-02-83-90

Dmitry S. Semin ✉

Irina G. Efremova

Svetlana S. Kukoleva

Viktoria I. Starchak

Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn "Rossorgo", Saratov, Russia

✉ sds-balashov@yandex.ru

Received by the editorial office: 03.09.2025

Accepted in revised: 28.12.2025

Accepted for publication: 25.01.2026

© Semin D. S., Efremova I. G., Kukoleva S. S.,
Starchak V. I.

Селекция зернового сорго для повышения ассортимента зернофуражных культур в засушливых регионах России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В связи с аридизацией климата во многих регионах России возделывание засухоустойчивых культур для различных отраслей кормопроизводства приобретает особую важность. Среди таких культур зерновое сорго с его уникальной засухоустойчивостью и универсальностью использования является важным компонентом кормов для сельскохозяйственных животных. Поэтому создание более совершенных сортов и гибридов зернового сорго с высокой продуктивностью зерна и биомассы отличается актуальностью.

Методы. Материалом исследований послужили 8 сортов, 3 продуктивные перспективные селекционные линии и гибрид зернового сорго. Исследования выполнены на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» 2021–2023 гг. В качестве стандарта использован районированный сорт зернового сорго Старт. Оценка хозяйственно ценных признаков проведена согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, а также общепринятых рекомендаций.

Результаты. Установлены ценные образцы, существенно превысившие сорт-стандарт Старт по величине морфометрических показателей и элементов продуктивности, что привело к увеличению их урожайности зерна и биомассы. Выделены 11 образцов с урожайностью зерна 4,40–6,63 т/га, превосходящих стандарт на 9,2–64,5%. Пять сортов и две линии Л-50/14 и Л-65/14 достоверно превысили стандарт по урожайности биомассы — на 27,9–57,9%, гибрид Тамараж — на 88,9%. Установлены семь образцов с наибольшей биоэнергетической ценностью зерна, особенно выделились линия Л-65/14 — 99,83 ГДж/га, сорт РСК Коралл — 108,40 ГДж/га и гибрид Тамараж — 122,46 ГДж/га, что выше стандарта на 31,6–61,5%. Новые высокоэнергетические сорта зернового сорго селекции Института «Россорго» включены в Госреестр селекционных достижений в 2019–2024 гг. и востребованы отечественными сельхозтоваропроизводителями.

Ключевые слова: зерновое сорго, селекционные показатели, урожайность зерна, урожайность биомассы, валовая энергия, ГТК, протеин, сорт-стандарт

Для цитирования: Семин Д. С., Ефремова И. Г., Куколева С. С., Старчак В. И. Селекция зернового сорго для повышения ассортимента зернофуражных культур в засушливых регионах России. *Аграрная наука*. 2026; 403(02): 83–90. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-403-02-83-90>

Breeding grain sorghum to increase the range of grain forage crops in the arid regions of Russia

ABSTRACT

Relevance. Due to the aridization of the climate in many regions of Russia, the cultivation of drought-resistant crops for various feed production industries has become particularly important. Among these crops, grain sorghum, with its unique drought tolerance and versatility, is an essential component of animal feed. Therefore, the development of improved varieties and hybrids of grain sorghum with high grain and biomass productivity is highly relevant.

Methods. The research material included 8 varieties, 3 productive promising breeding lines, and a grain sorghum hybrid. The research was conducted at the experimental field of the Russian Research Institute of Sorghum and Corn 2021–2023. The standard was the regionally adapted grain sorghum variety Start. The evaluation of economic and valuable traits was conducted according to the methodology of state variety testing for agricultural crops and generally accepted recommendations.

Results. Valuable samples were identified that significantly exceeded the Start standard variety in terms of morphometric indicators and productivity elements, resulting in increased grain and biomass yields. Eleven samples with grain yields of 4.40–6.63 t/ha were selected, exceeding the standard by 9.2–64.5%. Five varieties and two lines, L-50/14 and L-65/14, significantly exceeded the standard in terms of biomass yield by 27.9–57.9%, while the Tamarazh hybrid exceeded the standard by 88.9%. Seven samples with the highest bioenergy value of grain were identified, with the L-65/14 line standing out at 99.83 GJ/ha, the RSK Korall variety at 108.40 GJ/ha, and the Tamarazh hybrid at 122.46 GJ/ha, which is 31.6–61.5% higher than the standard. New high-energy varieties of grain sorghum bred by the Rossorgo Institute were included in the State Register of Breeding Achievements in 2019–2024 and are in demand among domestic agricultural producers.

Key words: grain sorghum, selection indicators, grain yield, biomass yield, gross energy, GTC, protein

For citation: Semin D. S., Efremova I. G., Kukoleva S. S., Starchak V. I. Breeding grain sorghum to increase the range of grain forage crops in the arid regions of Russia. *Agrarian science*. 2026; 403(02): 83–90 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-403-02-83-90>

Введение/Introduction

Сорго занимает важное место в мировом сельском хозяйстве и отличается широким географическим распространением. Эта культура ценится за свою способность выдерживать засушливые условия и высокие температуры. Зерновое сорго возделывается примерно в 110 странах, в основном в Африке и Азии, а также в Америке, Европе и Океании, где преобладают регионы с ограниченным количеством осадков и жарким климатом [1, 2].

В условиях засушливого климата возникает необходимость использования засухоустойчивых культур в сельском хозяйстве, поэтому большое внимание необходимо уделять подбору засухоустойчивых культур. В частности, для производства кормов актуален подбор таких культур, как сорго, особенно в южных и юго-восточных регионах России, где засухи становятся всё более распространенными. Выращивание сорго в этих регионах способствует укреплению кормовой базы [3, 4].

Ключевыми участниками научно-исследовательской работы по селекции сорго в Российской Федерации являются ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», ФГБНУ «АНЦ «Донской», ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», Поволжский НИИСС — филиал СамНЦ РАН и другие профильные научно-исследовательские организации [3–10]. Постоянный рост сельскохозяйственного производства требует систематической смены сортов и гибридов, улучшения их продуктивности и качества, сокращения сроков их выведения. Успешное увеличение посевных площадей требует выведения сортов и гибридов, которые характеризуются ранним сроком созревания, высокой продуктивностью, отличным качеством зерна и стабильной адаптацией к почвенно-климатическим условиям конкретной зоны выращивания.

Цель настоящих исследований — селекция зернового сорго для повышения ассортимента зернофуражных культур в засушливых регионах России.

Для выполнения данной цели решены задачи: сравнительный анализ селекционных линий, нового гетерозисного гибрида зернового сорго со стандартом и уже созданными сортами по основным хозяйственно ценным признакам, продуктивности, биоэнергетической ценности зерна и биомассы для представления на государственное сортоиспытание и их дальнейшее продвижение в производство.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Материал исследований представлен 8 сортами (Магистр, Бакалавр, Ассистент, РСК Каскад, РСК Коралл, РСК Кахолонг, Кулон, Принц), 3 селекционными линиями (Л-251/14, Л-50/14, Л-65/14) и гибридом Тамараж зернового сорго собственной селекции питомника конкурсного сортоиспытания. Сорта включены в Госреестр селекционных достижений в 2019–2024 гг. с допуском использования в 6-м, 7-м, 8-м, 9-м регионах РФ (согласно Государственному реестру сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию)¹.

Перспективные линии проходят селекционную доработку, гибрид Тамараж с 2023 года находится на государственном сортоиспытании. Опыты выполнены на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2021–2023 гг. Площадь делянок в питомнике — 30,8 м², повторность трехкратная, густота стояния растений зернового сорго — 80–100 тыс. раст/га, посев широкорядный (ширина междурядий 0,7 м).

Селекционный материал оценивали по интенсивности стартового роста, высоте растений при созревании, параметрам наибольшего и флагового листа², длине соцветия, выдвинутости ножки соцветий, массе 1000 семян³ и зерна с одной метелки, а также урожайности зерна и биомассы, продуктивной кустистости. Оценка показателей проведена согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур⁴, а также «Широкого унифицированного классификатора СЭВ и международного классификатора СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench*»⁵.

Биоэнергетическая оценка урожая зерна изученных образцов проведена по сравнению со стандартом (сортом Старт). С этой целью выполнено исследование зоотехнических показателей зерна (содержание сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, БЭВ), которое осуществлялось на инфракрасном анализаторе Spectra Star XT модификации 2600 XT-1 (Unity Scientific, США) методом спектроскопии. Прибор откалиброван по содержанию изучаемых зоотехнических показателей (сырого протеина, сырой золы, сырого жира, сырой клетчатки, БЭВ растительных) согласно ГОСТ 10846-91⁶, ГОСТ 13496.15-2016⁷, ГОСТ 26226-95 (зола)⁸, ГОСТ 31675-2012⁹.

¹ Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений (официальное издание). М.: Росинформагротех. 2024; 632.

² Чирков Ю.И. Определение площади листьев расчетным методом. Москва. 1961; 5–6.

³ ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

⁴ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва. 1989; 194.

⁵ Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А., Баняи Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench*. Л. 1982; 34.

⁶ ГОСТ 10846-91. Межгосударственный стандарт. Метод определения белка. Зерно и продукты его переработки.

⁷ ГОСТ 13496.15-2016 Межгосударственный стандарт. Метод определения сырого жира. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье.

⁸ ГОСТ 26226-95 Межгосударственный стандарт. Метод определения сырой золы. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье.

⁹ ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.

Расчет показателя валовой энергии (ВЭ) (МДж/кг сухого вещества зерна) произведен на основе данных химического анализа по формуле¹⁰:

$$ВЭ = 23,95 \times (\text{сырой протеин}) + 39,77 \times (\text{сырой жир}) + 20,05 \times (\text{сырая клетчатка}) + 17,46 \times (БЭВ).$$

Климат Саратовской области суровый континентальный. Для этой местности типичны частые засухи — как в почве, так и в воздухе. Температура и количество влаги в разные периоды сильно варьируют: среднегодовое количество осадков колеблется от 250 до 450 мм. Средняя температура воздуха за год составляет +4,8 °С [11]. Зимы могут быть суровыми — с абсолютными минимумами до -40 °С, зафиксированными в январе. Лето, напротив, бывает жарким — с максимальными температурами до +42 °С в июле и августе. Именно в июле отмечаются самые высокие среднесуточные температуры воздуха (21,0–21,7 °С) и максимальное количество выпавших осадков, достигающее 51 мм. За период вегетации сорговых культур в регионе доступно от 2400 до 3100 °С тепловых ресурсов.

Метеорологические условия периода исследований значительно отличались от среднепогодных показателей. Наблюдалась изменчивость гидротермических коэффициентов в течение рассматриваемого периода: в 2021 году показатель составил 0,62, в 2022-м — 0,75, в 2023-м — 0,69. Для статистической обработки полученных экспериментальных данных применяли программы AGROS 2.09¹¹, включая дисперсионный анализ и методы статистического анализа выборки¹².

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В проведенных исследованиях установлено существенное варьирование характеристик образцов. Так, вариация данных по высоте растений при созревании составляет 8,2%, а по выдвинутости ножки соцветия — 27,3%. Другие параметры показали вариацию значений признаков внутри этого интервала варьирования (табл. 1).

Среди сортов и линий зернового сорго выделены быстроразвивающиеся образцы, отличившиеся интенсивным начальным ростом, которые сформировали травостой через 30 дней после всходов высотой 50,2 см (РСК Каскад) — 52,1 см (линия Л-251/14), которые превысили по величине признака стандарт Старт на 7,5–11,6%. Биологическая особенность растений сорго быстро развиваться и

достигать в первый месяц вегетации значительной высоты является ценным свойством, способствующим успешной конкурентной борьбе с сорной растительностью.

По высоте созревших растений отмечено наименьшее варьирование величины признака (8,2%) при среднем значении высоты растений в питомнике 129,1 см. Выявлена и более низкорослая линия Л-50/14 — 112,80 см. Растения сортов Ассистент и Принц характеризовались большей высотой — 134,70 см и 139,5 см соответственно. В группе изученного селекционного материала наиболее высокорослым оказался гибрид Тамараж, достигший высоты растений в полную спелость зерна 157,3 см.

Лист — орган высшего растения, предназначенный для фотосинтеза, транспирации и газообмена, играет полифункциональную роль в поддержке жизнедеятельности, развитии и адаптации растительного организма [12]. В практике сельскохозяйственного производства оценка площади листьев необходима при прогнозировании урожайности, в селекционной работе показатель используется для оценки сортовых особенностей растений.

Исследователями проведен сравнительный анализ [13] классических и современных методик [14] определения площади листовой поверхности, в том числе расчетный метод, основанный на измерении линейных параметров листа с использованием поправочных коэффициентов, который для листьев сорговых культур составляет 0,746.

Показатель «площадь наибольшего листа» у образцов зернового сорго подвержен сильной

Таблица 1. Оценка варьирования морфометрических показателей и элементов продуктивности образцов зернового сорго при использовании статистического анализа параметров выборки, 2021–2023 гг.

Table 1. Evaluation of the variation of morphometric indicators and productivity elements of grain sorghum samples using statistical analysis of sample parameters, 2021–2023

Признак	Значение признака (min–max)	Средняя и ее ошибка	Коэффициент вариации V, (%)
Стартовый рост, см	33,0–52,1	43,73 ± 1,39	11,9
Высота растений при созревании, см	112,8–157,3	129,11 ± 2,84	8,2
Площадь наибольшего листа, см ²	123,0–258,0	183,45 ± 12,65	24,9
Площадь флагового листа, см ²	72,3–282,0	100,68 ± 5,28	18,9
Выдвинутость ножки метелки, см	12,70–32,1	19,76 ± 1,44	27,3
Длина соцветия, см	17,6–26,10	22,66 ± 0,69	11,4
Масса зерна с одной метелки, г	14,4–36,5	21,42 ± 1,38	24,1
Масса 1000 семян, г	24,3–34,7	30,22 ± 0,78	9,6
Урожайность семян, т/га	4,03–6,63	5,01 ± 0,23	17,1
Урожайность биомассы, т/га	14,62–27,62	18,89 ± 0,61	11,6
Кустиность продуктивная, шт/раст	1,37–2,31	1,63 ± 0,06	14,8

¹⁰ Григорьев Н.Г., Скоробогатых Н.Н., Косолапов В.М. Оценка качества кормов по обменной энергии. Кормопроизводство. 2008; 9: 21–22.

¹¹ Мартынов С.П. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ AGROS 2.09. Тверь, 1999.

¹² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс. 2014; 351.

изменчивости, коэффициент вариации равен $V = 24,9\%$. Варьирование показателя находилось в пределах 123,0–258,0 см², средняя величина в питомнике составила 183,4 см².

В питомнике установлены сорта с самой значительной площадью наибольшего листа (РСК Коралл — 255,1 см², РСК Кахолонг — 246,5 см², Принц — 258,0 см²), превосходящие стандарт Старт на 96,2–109,7%. Гибрид Тамараж отличился самой большой площадью наибольшего листа — 503,6 см², которая превзошла стандарт в три раза.

Площадь флагового листа у стандарта составила 72,3 см². В питомнике отмечены сорта и линии с величиной признака на его уровне, однако выявлены образцы, существенно превосходящие стандарт по величине показателя: Ассистент — 113,9 см², РСК Коралл — 113,0 см², РСК Кахолонг — 126,8 см², Принц — 113,7 см², линия Л-50/14 — 112,4 см², которые превысили стандарт на 55,5–75,4%, а гибрид Тамараж почти в три раза (табл. 2).

Оценен параметр соцветий образцов — выдвинутость ножки метелки, показавший высокую изменчивость признака в пределах 12,70–32,1 см, коэффициент вариации составил 27,3%. Наибольшая величина показателя выявлена у стандарта Старт — 32,1 см, близким к нему оказался сорт Кулон — 25,7 см. Длина соцветий образцов питомника проявила меньшую изменчивость (17,6–26,1 см) с коэффициентом вариации 11,4%. В питомнике многие образцы оказались на уровне стандарта по величине признака.

Выявлена значительная изменчивость массы зерна с метелки: 14,4–36,5 г при коэффициенте вариации 24,1%. Урожайность зерна с метелки сорта-стандарта составила 14,4 г. Дисперсионный анализ показал существенное превышение массы зерна с метелки ряда образцов при сравнении со стандартом: РСК Каскад (24,3 г), Магистр (21,5 г), РСК Коралл (23,7 г), РСК Кахолонг (24,4 г), Л-251/14 (21,4 г), Л-65/14 (21,2 г) — на 47,2–68,8%, у гибрида Тамараж — 153,5% к стандарту.

В среднем за годы исследований масса 1000 семян образцов не претерпела сильной изменчивости по величине признака 24,3–34,7 г, средняя составила 30,2 г, коэффициент вариации — 9,6%. Селекционеры уделяют достаточное внимание повышению крупности зерновок — массы 1000 семян, так как продуктивность сорго формируется в результате взаимодействия окружающей среды и генетических особенностей растения.

Масса семян является экономически значимой характеристикой, поскольку облегчает стандартизацию дозирования при посеве. Крупные семена характеризуются повышенным выходом сухого вещества, а также более высоким содержанием белка и крахмала по сравнению с мелкими.

Установлена корреляционная связь между размером семян и такими агрономически важными признаками, как всхожесть, устойчивость к полеганию [15]. Новый сорт Ассистент превзошел стандарт по массе 1000 семян, достигнув 34,7 г, у стандарта этот показатель составил 31,0 г.

Таблица 2. Оценка продуктивных сортов, линий, гибрида зернового сорго по морфометрическим показателям и элементам продуктивности, 2021–2023 гг.

Table 2. Evaluation of productive varieties, lines, and hybrid of grain sorghum on morphometric indicators and productivity elements, 2021–2023

Образцы	Высота растений, см		Площадь листа, см ²		Параметры соцветия, см		Масса, г		Урожайность, т/га		Продуктивная кустистость, шт.
	через 30 дн. от всходов	при созревании	наибольшего	флагового	выдвинутость ножки	длина	зерна с одной метелки	1000 зерен	зерна	биомассы	
Старт St.	46,7	121,3	123,0	72,3	32,1	22,5	14,4	31,0	4,03	14,62	2,31
Магистр	39,9	121,5	179,0	96,8	18,3	17,6	21,5	33,6	5,00	18,70	1,51
Бакалавр	47,2	130,9	142,7	75,6	20,4	25,2	17,4	32,9	4,12	19,22	1,82
Ассистент	44,4	134,7	188,9	113,9	22,3	25,6	17,6	34,7	4,40	17,18	1,61
РСК Каскад	50,2	128,9	164,9	102,9	24,2	22,6	24,3	30,7	5,01	20,72	1,38
РСК Коралл	42,1	122,5	255,1	113,0	13,7	23,9	23,7	26,6	5,76	20,65	1,47
РСК Кахолонг	41,8	119,2	246,5	126,8	15,3	25,3	24,4	24,3	5,20	19,20	1,50
Кулон	40,8	129,9	134,2	82,1	25,7	20,9	18,9	28,6	4,47	18,17	1,68
Принц	33,0	149,5	258,0	113,7	18,4	21,7	18,9	26,5	4,75	19,08	1,37
Л-251/14	52,1	127,8	152,1	78,5	20,7	19,3	21,4	31,4	4,72	15,69	1,50
Л-50/14	46,1	112,8	156,8	112,4	12,7	24,6	19,5	32,1	4,86	20,24	1,55
Л-65/14	44,5	129,9	179,2	93,67	22,4	21,3	21,2	30,7	5,35	18,97	1,82
Тамараж	36,3	157,3	503,6	282,0	13,6	20,6	36,5	30,2	6,63	27,62	1,62
F _{факт}	2,80*	6,08*	6,53*	4,24*	7,60*	3,60*	3,11*	6,50*	3,59*	2,51*	2,87*
НСР ₀₅	11,87	10,40	50,67	31,75	5,37	4,49	6,86	3,76	0,40	4,26	0,64

Большинство сортов и линий характеризовались крупностью семян на уровне стандарта: Бакалавр — 32,9 г, РСК Каскад — 30,7 г, Магистр — 33,6 г, Кулон — 28,6 г, Л-50/14 — 32,1 г, Л-251/14 — 31,4 г, Л-65/14 — 30,7 г, так же как и Тамараж — 30,2 г.

Установлено среднее варьирование урожайности семян образцов за три года исследований — от 4,03 до 6,63 т/га, средняя величина при этом составила 5,01 т/га, коэффициент вариации — 17,1% (табл. 1). Сравнение зерновой продуктивности образцов за изучаемый период со стандартом Старт (урожайность зерна 4,03 т/га) позволило выделить 11 образцов с урожайностью зерна 4,40–6,63 т/га, превосходящих его на 9,2–64,5% (табл. 2). Наиболее ценные продуктивные образцы сформировали урожайность зерна выше 5,0 т/га: сорта РСК Каскад — 5,01 т/га, РСК Коралл — 5,76 т/га, РСК Кахолонг — 5,20 т/га, линия Л-65/14 — 5,35 т/га, гибрид Тамараж — 6,63 т/га.

Выявлена средняя изменчивость урожайности биомассы образцов — варьирование составило 14,62–27,62 т/га. Сравнение урожайности биомассы стандарта Старт (14,62 т/га) с другими образцами питомника дало возможность выделить пять сортов (РСК Каскад, Бакалавр, РСК Коралл, РСК Кахолонг, Принц), две линии Л-50/14, Л-65/14 и гибрид Тамараж, достоверно превышающих стандарт по величине признака на 27,9–88,9%.

Продуктивная кустистость сортов и линий зернового сорго в питомнике варьировала в пределах 1,37–2,31 шт. побег/раст со средней кустистостью 1,63 шт/раст, коэффициент вариации составил 14,8%. Растения сорта-стандарта Старт характеризовались величиной продуктивной кустистости 2,31 шт. побег/раст. Другие сорта и линии питомника отличились достоверно меньшей продуктивной кустистостью: 1,37 шт. побег/раст (сорт Принц) — 1,82 шт. побег/раст (сорт Бакалавр и линия Л-65/14).

Для использования продукции сорго на семена, зерно, зернофураж наилучшие результаты комбайновой уборки напрямую получают посеvy слабокустящихся форм, поскольку на побегах кущения формируются зерновки позже, повышенной влажности и недозревшие, что увеличивает влажность убранных зерна и снижает его качество. Новый гибрид зернового сорго Тамараж сформировал посеvy со средней продуктивной кустистостью — 1,62 шт. побег/раст.

Биоэнергетическая ценность зерна изученных образцов зернового сорго

Изученные образцы оценены по содержанию питательных компонентов семян (сырого протеина, жира, золы, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ, БЭВ) с целью определения содержания валовой энергии в 1 кг зерна с последующим анализом выхода валовой энергии с урожаем зерна сортов, линий и гибрида (табл. 3).

Содержание сырого протеина в зерне образцов варьировало в пределах 9,26% у гибрида Тамараж до 11,17% у сорта Бакалавр. По содержанию сырого протеина существенно (10,61%) превысил стандарт лишь сорт Бакалавр, другие образцы оказались на его уровне по величине показателя.

По содержанию сырого жира в зерне установлена меньшая изменчивость: 2,96% (Кулон) — 4,08% (Л-50/14) при значении признака у стандарта 3,91%. Наибольший показатель выявлен у линии Л-50/14 — 4,08%. Концентрация сырой золы варьировала от 1,04% у линии Л-50/14 до 1,95% у гибрида Тамараж. По содержанию сырой золы достоверно превысили стандарт (1,34%) образцы: сорта РСК Каскад — 1,43%, Кулон — 1,48%, линия Л-65/14 — 1,55%, гибрид Тамараж — 1,95%.

Содержание сырой клетчатки варьировало от 0,75% (Кулон) до 1,89% (Тамараж). Достоверное превышение показателя по сравнению со стандартом (1,35%) установлено у образцов

Таблица 3. Сравнительная оценка компонентов биохимического состава зерна, выхода валовой энергии в урожае зерна образцов, 2021–2023 гг.

Table 3. Comparative assessment of the components of the biochemical composition of grain, the yield of gross energy in the samples, 2021–2023

Образец	Содержание в зерне стандартной влажности хранения (13,5% влаги), %					Урожайность зерна, т/га	Валовая энергия в 1 кг зерна, МДж	Выход валовой энергии зерна, ГДж/га
	протеин	жир	зола	клетчатка	БЭВ			
Старт St.	10,61	3,91	1,34	1,35	82,79	4,03	18,82	75,84
Магистр	9,97	3,92	1,35	1,16	83,60	5,00	18,78	93,90
Бакалавр	11,17	3,66	1,15	1,12	82,90	4,12	18,83	77,58
Ассистент	10,59	3,63	1,24	1,42	83,12	4,40	18,78	82,63
РСК Каскад	9,92	3,43	1,43	1,40	83,82	5,01	18,66	93,49
РСК Коралл	10,36	3,81	1,12	1,28	83,43	5,76	18,82	108,40
РСК Кахолонг	10,24	3,82	1,04	1,57	83,33	5,20	18,84	97,96
Кулон	9,64	2,96	1,48	0,75	85,17	4,47	18,51	82,74
Принц	10,34	3,51	1,36	1,33	83,46	4,75	18,71	88,87
Л-251/14	10,57	3,82	1,30	1,19	83,12	4,72	18,80	88,74
Л-50/14	10,32	4,08	1,04	1,48	83,08	4,86	18,90	91,85
Л-65/14	10,12	3,49	1,55	1,26	83,58	5,35	18,66	99,83
Тамараж	9,26	3,15	1,95	1,89	83,75	6,63	18,47	122,46
НСР ₀₅	0,54	0,17	0,08	0,10	4,18	0,39	0,17	6,19

РСК Кахолонг (1,57%), Л-50/14 (1,48%), Тамараж (1,89%). Величина БЭВ в зерне образцов изменялась от 82,90% у сорта Бакалавр до 85,17% у сорта Кулон, что оказалось на уровне стандарта Старт (82,79%).

Расчет содержания валовой энергии (в кг) зерна показал близкие значения признака у разных образцов, достоверно приближенные к стандарту (18,82 МДж). Выход валовой энергии с урожаем зерна стандарта Старт составил 75,84 ГДж/га. На уровне стандарта по величине показателя оказался сорт Бакалавр с выходом валовой энергии 77,58 ГДж/га.

Все другие образцы характеризовались существенным превышением стандарта по величине показателя. Урожай зерна семи образцов отличился наибольшей биоэнергетической ценностью, превышающей величину 90,0 ГДж/га, среди которых особо выделились линия Л-65/14 (99,83 ГДж/га), сорт РСК Коралл (108,40 ГДж/га), гибрид Тамараж (122,46 ГДж/га), что выше стандарта на 31,6–61,5% соответственно.

Характеристика новых сортов и гибрида зернового сорго

Сорта Кулон и Принц демонстрируют значительные преимущества перед стандартным сортом Старт, формируя более высокую урожайность и превосходное качество зерна. Благодаря своей универсальности они идеально подходят для различных целей — от получения продовольственного и фуражного зерна до использования в качестве сырья для силоса, сенажа и моноорма (рис. 1, 2).

Рекомендуемая технология выращивания предполагает посев во II или III декаде мая. Применяется широкорядный способ посева с междурядьями 0,70 м с последующими двумя междурядными обработками, расстояние между растениями в ряду — 5–6 см, оптимальная густота стояния растений — 80–100 тыс. на 1 га.

В 2024 году сорт Кулон¹³ был включен в Госреестр и разрешен к использованию на территории Уральского региона (9), а сорт Принц¹⁴ — по 7-му, 8-му и 9-му регионам. В этом же году оба сорта защищены патентами.

В 2023 году новый гибрид зернового сорго под названием Тамараж (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) передан на государственное сортоиспытание. Благодаря своей холодостойкости и прочности стебля этот гибрид не подвержен полеганию. Особенности гибрида делают его идеальным выбором для получения зерна, которое используется как ценный фураж для откорма животных и птицы, а также для пищевой промышленности (рис. 3).

Особенности семеноводства гибрида: оптимальная густота стояния растений для материнской формы 100–120 тыс. на 1 га, отцовской — 100–150 тыс. Материнская линия гибрида

Рис. 1. Общий вид посевов нового сорта зернового сорго Кулон (опытное поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго») 2025 г. Фото авторов

Fig. 1. General view of crops of a new variety of grain sorghum Kulon (experimental field of the Russian Research Institute of Sorghum). 2025. Photo by the authors



Рис. 2. Общий вид посевов нового сорта зернового сорго Принц (опытное поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»). 2025 г. Фото авторов

Fig. 2. General view of crops of a new variety of grain sorghum Prints (experimental field of the Russian Research Institute of Sorghum). 2025. Photo by the authors



Рис. 3. Гибрид зернового сорго Тамараж (F1) (опытное поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»). 2025 г. Фото авторов

Fig. 3. Tamarazh grain sorghum hybrid (F1) (experimental field of the Russian Research Institute of Sorghum). 2025. Photo by the authors



¹³ Патент на селекционное достижение № 13541 зерновое сорго сорт Кулон зарегистрирован в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 19.04.2024.

¹⁴ Патент на селекционное достижение № 13540 зерновое сорго сорт Принц зарегистрирован в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 19.04.2024.

А2 Тамараж размножается на изолированном участке при высеве ее чередующимися рядами с фертильным аналогом-закрепителем стерильности линией В Тамараж. Для успешного выращивания гибрида Тамараж посев проводят с середины до конца мая, используя широкорядный метод (0,70 м).

Выводы/Conclusions

В результате исследований выделены лучшие образцы, которые значительно превосходили сорт стандарт Старт: по интенсивности стартового роста — на 7,5–11,6%, по высоте растений в конце вегетации — на 11,0–29,7%, по площади наибольшего листа сорта РСК Коралл, РСК Кахолонг, Принц — на 96,2–109,7%, гибрид Тамараж на 309,0%; по площади флагового листа — сорта Ассистент, РСК Коралл, РСК Кахолонг, Принц, линия Л-50/14 — на 55,5–75,8%, гибрид Тамараж — в 2,9 раза.

Установлено существенное превышение массы зерна с метелки образцов РСК Каскад, Магистр, РСК Коралл, РСК Кахолонг, Л-251/14, Л-65/14 по сравнению со стандартом — на 47,2–68,8%, у

гибрида Тамараж — на 153,5%. Выделены образцы с урожайностью зерна 4,40–6,63 т/га, превосходящие стандарт на 9,2–64,5%. Пять сортов и две линии Л-50/14 и Л-65/14 достоверно превысили стандарт по урожайности биомассы на 27,9–57,9%, гибрид Тамараж — на 88,9%.

Урожай зерна семи образцов отличился наибольшей биоэнергетической ценностью, превышающей величину 90,0 ГДж/га, среди которых особо выделились линия Л-65/14 (99,83 ГДж/га), сорт РСК Коралл (108,40 ГДж/га), гибрид Тамараж (122,46 ГДж/га), что выше стандарта на 31,6–61,5% соответственно. Образцы зернового сорго с высокой энергетической ценностью зерна созданы для пополнения разнообразия ассортимента фуражных культур в регионе возделывания.

Таким образом, в Государственный реестр селекционных достижений в 2019 году были внесены новые сорта зернового сорго Магистр, Ассистент, в 2020 году — РСК Каскад, в 2022 году — РСК Коралл, РСК Кахолонг, в 2024 году — Кулон, Принц с высокой биоэнергетической оценкой зерна, успешно используемые в сельскохозяйственном производстве.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках тематического плана ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» согласно государственному заданию № 1022051600013-1 и № 124020300044-6 Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

FINANCING

The work was carried out within the framework of the thematic plan of the Federal State Budgetary Institution "Russian Scientific Research and Design Technological Institute of Sorghum and Corn" in accordance with state assignment No. 1022051600013-1 and No. 124020300044-6 of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Popescu A., Dinu T.A., Stoian E. Sorghum — an important cereal in the world, in the European Union and Romania. *Scientific Papers. Series: Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development*. 2018; 18(4): 271–284.
- Mundia C.W., Secchi S., Akamani K., Wang G. A Regional Comparison of Factors Affecting Global Sorghum Production: The Case of North America, Asia and Africa's Sahel. *Sustainability*. 2019; 11(7): 2135. <https://doi.org/10.3390/su11072135>
- Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Романюкин А.Е., Сухенко Н.Н., Ермолина Г.М. Урожайность и качество зеленой массы новых сортов сорго сахарного в АНЦ «Донской». *Аграрная наука*. 2022; (12): 93–97. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-93-97>
- Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Боцкарева Ю.В., Прахов А.В., Семин Д.С. Продуктивность сорговых культур в зависимости от агротехнических приемов возделывания в регионах Российской Федерации (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021; 22(2): 155–166. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166>
- Kibalnik O., Kukoleva S., Semin D., Efremova I., Starchak V. Evaluation of the combining ability of CMS lines in crosses with samples of grain sorghum and Sudan grass. *Agronomy Research*. 2021; 19(4): 1781–1790. <https://doi.org/10.15159/AR.21.120>
- Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г., Кибальник С.В. Корреляционные взаимосвязи хозяйственно ценных признаков образцов сахарного сорго в засушливых условиях Нижнего Поволжья. *Аграрная наука*. 2023; (7): 92–96. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-92-96>
- Бычкова В.В., Кибальник О.П., Сазонова И.А., Каменева О.Б. Влияние метеорологических условий года на биохимический состав зерна сорго. *Аграрная наука*. 2023; (12): 102–107. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-102-107>

REFERENCES

- Popescu A., Dinu T.A., Stoian E. Sorghum — an important cereal in the world, in the European Union and Romania. *Scientific Papers. Series: Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development*. 2018; 18(4): 271–284.
- Mundia C.W., Secchi S., Akamani K., Wang G. A Regional Comparison of Factors Affecting Global Sorghum Production: The Case of North America, Asia and Africa's Sahel. *Sustainability*. 2019; 11(7): 2135. <https://doi.org/10.3390/su11072135>
- Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Romanyukin A.E., Sukhenko N.N., Ermolina G.M. Green mass productivity and quality of new sweet sorghum varieties in the ARC "Donskoy". *Agrarian science*. 2022; (12): 93–97 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-93-97>
- Kibalnik O.P., Efremova I.G., Bochkareva Yu.V., Prakhov A.V., Semin D.S. Productivity of sorghum crops depending on agrotechnical methods of cultivation in the regions of the Russian Federation (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021; 22(2): 155–166 (in Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166>
- Kibalnik O., Kukoleva S., Semin D., Efremova I., Starchak V. Evaluation of the combining ability of CMS lines in crosses with samples of grain sorghum and Sudan grass. *Agronomy Research*. 2021; 19(4): 1781–1790. <https://doi.org/10.15159/AR.21.120>
- Kibalnik O.P., Semin D.S., Efremova I.G., Kibalnik S.V. Correlation relationships of economically valuable characteristics of sugar sorghum samples in arid conditions of the Lower Volga region. *Agrarian science*. 2023; (7): 92–96 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-92-96>
- Bychkova V.V., Kibalnik O.P., Sazonova I.A., Kameneva O.B. Influence of meteorological conditions of the year on the biochemical composition of sorghum grain. *Agrarian science*. 2023; (12): 102–107 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-102-107>

8. Зотеев В.С., Матвиенко Е.В., Зотеев С.В. Использование новых сортов сорго зернового селекции Поволжского НИИСС им. П.Н. Константинова на пищевые и кормовые цели. *International Agricultural Journal*. 2023; 66(2): 657–674. <https://elibrary.ru/awaskr>
9. Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Старчак В.И., Степанченко Д.А., Куколева С.С. Использование мировой коллекции ВИР в селекции новых сортов и гибридов сахарного сорго для засушливых регионов РФ. *Аграрная наука*. 2023; (1): 78–82. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-78-82>
10. Антимонов А.К., Сыркина Л.Ф., Антимонова О.Н., Косых Л.А. Основные итоги и перспективы развития лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018; 20(2–2): 390–395. <https://elibrary.ru/vjwxpe>
11. Левицкая Н.Г., Демакина И.И. Современные изменения климата Саратовской области и стратегия адаптации к ним селекции и агротехнологий. *Успехи современного естествознания*. 2019; (10): 7–12. <https://doi.org/10.17513/use.37206>
12. Киселева Н.С. Способ вычисления площади листа груши по линейным измерениям с помощью расчетных коэффициентов и методом вариационной статистики. *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 52(1): 211–217. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.1.211rus
13. Дорофеева М.М., Бонетская С.А. Сравнительный анализ некоторых классических и современных методик определения площади листовой поверхности. *Растительные ресурсы*. 2020; 56(2): 182–192. DOI: 10.31857/S0033994620020041
14. Самаркина Е.И., Самаркин А.И., Соколова И.Г., Жаров И.Н. Методика измерения параметров листовых пластинок по цифровому изображению с использованием специализированного программного обеспечения. *Растительные ресурсы*. 2019; 4(55): 537–547. DOI: org/10.1134/S0033994619040101
15. Беседа Н.А. Создание признаковой и генетической коллекции крупнозерновых форм сорго зернового. *Научный журнал КубГАУ*. 2010; 62: 366–378. <https://elibrary.ru/mvuann>

ОБ АВТОРАХ

- Дмитрий Сергеевич Семин**
главный научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук
sds-balashov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6782-5256>
- Ирина Григорьевна Ефремова**
ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук
efremova-irina1946irina@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7188-9332>
- Светлана Сергеевна Куколева**
старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук
lily74-88@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0582-9024>
- Виктория Игоревна Старчак**
ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук
viktoria_starchak@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7312-4547>

Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Россия

8. Zoteev V.S., Matvienko E.V., Zoteev S.V. The use of new varieties of sorghum grain breeding Povolzhsky NIIS them. [sic!] P.N. Konstantinov for food and feed purposes. *International Agricultural Journal*. 2023; 66(2): 657–674 (in Russian). <https://elibrary.ru/awaskr>
9. Kibalnik O.P., Efremova I.G., Semin D.S., Starchak V.I., Stepanchenko D.A., Kukoleva S.S. The use the VIR world collection in the selection of new varieties and hybrids of sugar sorghum for arid regions of the Russian Federation. *Agrarian science*. 2023; (1): 78–82 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-78-82>
10. Antimonov A.K., Syrkina L.F., Antimonova O.N., Kosykh L.A. The main results and prospects of development laboratory of breeding and seed production cereals and sorghum crops. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018; 20(2–2): 390–395 (in Russian). <https://elibrary.ru/vjwxpe>
11. Levitskaya N.G., Demakina I.I. Modern climate characters of the Saratov region and adaptation strategy of breeding and agrotechnologies to them. *Advances in current natural sciences*. 2019; (10): 7–12 (in Russian). <https://doi.org/10.17513/use.37206>
12. Kiseleva N.S. Method for calculating the area of a pear leaf based on linear measurements using calculated coefficients and the method of variation statistics. *Agricultural Biology*. 2017; 52(1): 211–217 (in Russian). DOI: 10.15389/agrobiology.2017.1.211rus
13. Dorofeeva M.M., Bonetskaya S.A. Comparative analysis of some classical and modern methods for determining leaf surface area. *Plant Resources*. 2020; 56(2): 182–192 (in Russian). DOI: 10.31857/S0033994620020041
14. Samarkina E.I., Samarkin A.I., Sokolova I.G., Zharov I.N. Method for Measuring Leaf Parameters from a Digital Image Using Specialized Software. *Plant Resources*. 2019; 4(55): 537–547 (in Russian). DOI: org/10.1134/S0033994619040101
15. Beseda N.A. Creation of the indicative and genetic collection of the large-mass grain of the grain sorghum. *Scientific Journal of KubSAU*. 2010; 62: 366–378 (in Russian). <https://elibrary.ru/mvuann>

ABOUT THE AUTHORS

- Dmitry Sergeevich Semin**
Chief Researcher, Candidate of Agricultural Sciences
sds-balashov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6782-5256>
- Irina Grigorievna Efremova**
Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences
efremova-irina1946irina@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7188-9332>
- Svetlana Sergeevna Kukoleva**
Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences
lily74-88@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0582-9024>
- Victoria Igorevna Starchak**
Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences
viktoria_starchak@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7312-4547>

Russian Research, Design and Technology Institute of Sorghum and Corn, 4 1st Institutsky Ave., Saratov, 410050, Russia