

О.П. Кибальник, ✉  
И.Г. Ефремова,  
Д.С. Семин,  
В.И. Старчак,  
Д.А. Степанченко,  
С.С. Куколева

Российский научно-исследовательский и  
проектно-технологический институт сорго  
и кукурузы «Россорго», Саратов, Россий-  
ская Федерация

✉ kibalnik79@yandex.ru

Поступила в редакцию:  
25.07.2022

Одобрена после рецензирования:  
10.10.2022

Принята к публикации:  
11.12.2022

Research article

 creative commons

Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-366-1-78-82

Oksana P. Kibalnik, ✉  
Irina G. Efremova,  
Dmitry S. Semin,  
Viktoria I. Starchak,  
Denis A. Stepanchenko,  
Svetlana S. Kukoleva

Russian Research and Design Institute of  
Sorghum and Maize «Rossorgo», Saratov,  
Russian Federation

✉ kibalnik79@yandex.ru

Received by the editorial office:  
25.07.2022

Accepted in revised:  
10.10.2022

Accepted for publication:  
11.12.2022

# Использование мировой коллекции ВИР в селекции новых сортов и гибридов сахарного сорго для засушливых регионов РФ

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** В настоящее время уникальная по засухоустойчивости высокопродуктивная сельскохозяйственная культура сахарное сорго традиционно используется в растениеводческой отрасли АПК в основном на кормовые цели для производства из биомассы сена, силоса, сенажа, моноорма, брикетов; в последние годы развивается направление, связанное с технической и пищевой переработкой. Селекционеры широко привлекают исходный материал из мировой коллекции ВИР, на базе которого создаются новые высокопродуктивные сорта и гибриды, отличающиеся высоким содержанием сахаров в соке стеблей, а также вызревающие в условиях региона возделывания. Разнонаправленная селекция новых сортов сахарного сорго с заданными хозяйственными признаками является актуальной для обеспечения сырьем различных отраслей АПК.

**Методы.** Полевая оценка морфометрических показателей, урожайности биомассы и семян исследуемых образцов проведена по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, а также согласно Широкому унифицированному классификатору возделываемых видов рода *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

**Результаты.** Изучение генофонда сахарного сорго позволило выявить 18 образцов, являющихся донорами хозяйственно ценных признаков, которые включены в рабочую коллекцию по созданию новых форм. Некоторые образцы являются донорами нескольких хозяйственно ценных признаков: 6 признаков — Волонтер, 5 признаков — Шахерезада, к-302, Л-39/12; 4 признаков — Изольда, Сахара, Севилья, к-256, к-257, к-10092, Л-66/13, Л-67/13; 3 признаков — Момент, Чайка, к-327, Л-44/13. Согласно разработанной модели сорта и результатам проведенных испытаний выделен новый сорт сахарного сорго Изольда, превосходящий районированный сорт Волжское 51 по урожаю биомассы на 21,0% и по урожаю семян на 11,1% в условиях 2020–2021 гг.

**Ключевые слова:** сахарное сорго, образцы мировой коллекции ВИР, доноры селекционно ценных показателей, новые сорта

**Для цитирования:** Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Старчак В.И., Степанченко Д.А., Куколева С.С. Использование сортообразцов мировой коллекции ВИР в селекции новых сортов и гибридов сахарного сорго для засушливых регионов РФ. *Аграрная наука*. 2023; 366 (1): 78–82, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-78-82>

© Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Старчак В.И., Степанченко Д.А., Куколева С.С.

# The use the VIR world collection in the selection of new varieties and hybrids of sugar sorghum for arid regions of the Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Currently, a highly productive agricultural crop, unique in drought resistance, sugar sorghum is traditionally used in the crop industry of the agro-industrial complex mainly for fodder purposes for the production of hay, silage, haylage, monofeed, briquettes from biomass, and in recent years the direction related to technical and food processing has been developing. Breeders are widely attracted to the source material from the world collection of VIR, on the basis of which new highly productive varieties and hybrids are created, characterized by a high sugar content in the juice of stems, as well as maturing in the conditions of the cultivation region. The multidirectional selection of new varieties of sugar sorghum with specified economic characteristics is relevant for providing raw materials for various branches of the agro-industrial complex.

**Methods.** The field assessment of morphometric indicators, the yield of biomass and seeds of the studied samples was carried out according to the Methodology of the state variety testing of agricultural crops, as well as according to the Broad unified classifier of cultivated species of the genus *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

**Results.** The study of the gene pool of sugar sorghum made it possible to identify 18 samples that are donors of economically valuable traits, which are included in the working collection for the creation of new forms. Some samples are donors of several economically valuable signs: 6 signs — Volonter, 5 signs — Scheherezada, k-302, L-39/12; 4 signs — Izolda, Sahara, Sevilay, k-256, k-257, k-10092, L-66/13, L-67/13; 3 signs — Moment, Chaika, k-327, L-44/13. According to the developed model of the variety and the results of the tests, a new variety of sugar sorghum Izolda was isolated, surpassing the zoned variety Volzhskoe 51 in biomass yield by 21,0% and in seeds yield — by 11,1% in the conditions of 2020–2021.

**Key words:** sugar sorghum, samples of the VIR world collection, donors of valuable breeding indicators, new varieties

**For citation:** 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; 366 (1): 78–82, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-78-82> (In Russian).

© Kibalnik O.P., Efremova I.G., Semin D.S., Starchak V.I., Stepanchenko D.A., Kukoleva S.S.

## Введение / Introduction

Посевы сахарного сорго являются надежным и стабильным компонентом кормов для сельскохозяйственных животных в летне-осенний период. Особенно актуально выращивание засухоустойчивой культуры универсального использования в регионах с ограниченным количеством осадков, высокими температурами воздуха и деградированными почвами [1]. Сахарное сорго успешно используется на корм в виде зеленой массы, силоса, моноорма [2–6]. Биологическая способность растений сахарного сорго накапливать в соке стеблей до 22% водорастворимых сахаров способствует использованию культуры в различных областях перерабатывающей пищевой промышленности. Сок стеблей сахарного сорго после очистки и сгущения используется в производстве пива, дрожжей, кваса, спирта [7], а сорговый мед — в приготовлении напитков и кондитерских изделий [8]. Сок и патока служат добавкой в грубые и концентрированные корма [9]. Во многих странах мира производство биоэтанола основано на переработке стеблей сахарного сорго [10, 11].

В селекции кормового сорго ориентируются на повышение продуктивности и качества надземной биомассы, связанные с облиственностью и параметрами листовой поверхности [12]. Сорта для силосования должны отличаться средним уровнем сахаров, поскольку их избыток вызывает значительное закисление силосной массы [13]. Для улучшения качества биомассы следует отдавать предпочтение высокопротеиновым образцам с большой долей открытого зерна в кормовой массе, способствующей повышению содержания протеина в сырье, доступности для лучшего усвоения корма сельскохозяйственными животными. Выведение высокопродуктивных с высоким качеством биомассы сортов и гибридов сахарного сорго способствует расширению ассортимента кормовых культур, предназначенных для кормопроизводства.

В настоящее время Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго» располагает уникальным сортовым и селекционным материалом сахарного сорго, способного генерировать высокое содержание водорастворимых сахаров в соке стебля, тем самым расширяя возможности использования сырья на продовольственные (пищевые сиропы, мед) и технические (производство биоэтанола, лимонной кислоты и прочей продукции) цели. Существуют усовершенствованные приемы очистки растительного сока, позволяющие использовать сахарное сорго для получения пищевого сиропа, который по питательности не уступает сахаросодержащим продуктам из сахарной свеклы, тростника, при этом возделывание сорго более экономично и стабильно в любых условиях выращивания. Помимо этого, сорговый сироп в чистом виде легче усваивается организмом человека и является оздоровительным продуктом питания для больных сахарным диабетом [14].

В связи с этим определилась цель исследований — выбор исходного материала для селекции сахарного сорго, то есть наиболее продуктивных и высокоэнергетических перспективных образцов с улучшенным биохимическим составом сока стеблей и биомассы, для получения сырья, обеспечивающего разнообразные отрасли АПК — производство кормов, пищевой продукции, переработка на технические цели. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

— изучение сортообразцов, сортов и линий сахарного сорго по комплексу хозяйственно ценных признаков;

— определение доноров селекционных признаков среди изученного коллекционного материала для дальнейшей селекции;

— выделение линии сорго, соответствующей параметрам модели нового сорта.

## Материал и методы исследования / Materials and method

Объектами исследований выбраны 67 образцов: 19 сортов и перспективных селекционных линий сахарного сорго собственной селекции из питомника конкурсного сортоизучения (Волжское 51, Флагман, Капитал, Чайка, Сахара, Волонтер, Севилья, Момент, Саратовское 90, Шахерезада, Изольда, линии Л-39/12, Л-42/13, Л-44/13, Л-52/13, Л-59/13, Л-66/13, Л-67/13, Л-80/12) и 48 коллекционных сортообразцов из питомника мировой коллекции ВИР, различающихся по происхождению (12 — из США, 5 — из России, 5 — из Украины, 3 — из Австралии, по 2 образца из Канады, Судана, Германии, Венгрии, Югославии и Японии, по 1 сортообразцу из Палестины, Дании, Индии, Грузии, Южной Африки, Китая, Узбекистана, Азербайджана, Бельгии, Сенегала и Пакистана).

Образцы сахарного сорго заложены во второй декаде мая в 2020–2021 гг. на делянках в трехкратной повторности на опытном поле института РосНИИСК «Россорго». Почва на экспериментальных участках представлена южным черноземом, среднесуглинистым по механическому составу. Содержание гумуса в слое 0–40 см составляет 3,5%, обменная способность — 17–31 мг-экв на 100 г почвы. Мощность гумусового горизонта — 42–46 см, запасы влаги в метровом слое — 400–480 мм. Содержание гумуса в пахотном слое в среднем 8,0–8,8%, общего азота — 0,5%, фосфора — 0,2%, калия — 1,7%. Кислотность почвенного раствора близка к нейтральной. Гидротермический коэффициент в годы исследований составил: в 2020 г. — 0,79, в 2021 г. — 0,84; различные погодные условия способствовали объективной оценке селекционного материала.

Технология возделывания зональная. Площадь делянок в питомнике конкурсного сортоиспытания составила 28,0 м<sup>2</sup> (четырёхрядковые делянки), коллекционным — 7,7 м<sup>2</sup>. Густота стояния растений скорректирована вручную до 100–150 тыс. раст./га. В качестве стандарта использован районированный сорт Волжское 51. Оценка морфометрических показателей, признаков и урожайности образцов сорго проведена согласно общепринятым методикам [15], а также согласно Широкому унифицированному классификатору возделываемых видов рода *Sorghum bicolor* (L.) Moench [16]. Сравнительное изучение селекционного материала сахарного сорго проведено по следующим показателям и элементам продуктивности: высота растений при созревании, площадь наибольшего листа, длина соцветия, выдвинутость ножки соцветия, содержание водорастворимых сахаров в соке стебля образцов (экспресс-методом по рефрактометру), урожайность биомассы и семян, масса 1000 семян и семян с 1 соцветия.

Экспериментальные данные обработаны методом статистического анализа выборки данных с помощью программы «Агрос 2.09».

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Изучению морфометрических признаков в селекции сахарного сорго уделяется значительное внимание, так как большинство из этих показателей являются элементами продуктивности биомассы. Средний показатель высоты растений при созревании оказался наибольшим

в группе сортов и гибридов собственной селекции — 182,0 см. Средняя величина признака среди коллекционных сортообразцов оказалась ниже — 162,9 см (табл. 1).

Для создания продуктивного сорта сахарного сорго кормового направления использования необходимо в исходный материал включать высокорослые образцы с продуктивной фотосинтезирующей поверхностью. Сорта и селекционные линии сахарного сорго генофонда Института отличались средней площадью наибольшего листа 229,2 см<sup>2</sup> при варьировании признака в пределах 152,2–261,9 см<sup>2</sup>, в то время как соответствующие величины среди коллекционных сортообразцов составили 199,0 см<sup>2</sup> и 108,2–341,6 см<sup>2</sup>. Лучшие коллекционные образцы выделены в качестве доноров признака с показателями 242,8–341,6 см<sup>2</sup>. Сорта и лучшие линии собственной селекции в наибольшей степени соответствуют модели сорта и по селекционно важному показателю длины соцветия: средняя длина составила 22,2 см, варьирование показателя — 18,9–24,5 см с небольшим коэффициентом вариации (6,5%), в то время как у коллекционных сортообразцов эти показатели оказались ниже — 21,3 см, 13,2–28,3 см соответственно, причем коэффициент вариации выше (16,6%), чем у образцов первой группы.

Для семеноводства новых сортов и гибридов отдается предпочтение растениям со значительной семенной продуктивностью и невысокой влажностью семян. Известно, что при технологии уборки семян напрямую в бункер комбайна попадает определенная доля листостебельной массы сорго, которая способствует повышению влажности семян. Поэтому для исходного материала отдается предпочтение образцам с сильно

выдвинутой ножкой соцветия, препятствующей засорению семенной массы сочными тканями. Показатель «выдвинутость ножки метелки» отличился самым значительным варьированием (31,7%) в группе сортообразцов коллекции ВИР, в то время как среди сортов и селекционных линий величина варьирования этого признака составила 18,8%. Значительно выдвинутая ножка соцветия выявлена у 6 сортов и линий (22,1–26,9 см) и 5 сортообразцов из коллекции (16,9–24,9 см).

Изучение селекционно-ценного признака сахарного сорго «содержание сахаров в соке стебля» показало отличия по критериям оценки показателей в группе сортов и линий от сортообразцов коллекции: среднее содержание сахаров составило 15,8% против 13,5%, варьирование величины показателя оказалось в пределах 12,1–20,2% против 6,8–19,2% соответственно. Сорта и селекционные линии сахарного сорго обнаружили коэффициент вариации признака на уровне 13,6%, коллекционные сортообразцы — 23,6%. Большое разнообразие селекционного материала по содержанию сахаров в соке стебля позволило выделить наиболее высокосахаристые образцы в обоих питомниках: к таким отнесены сортообразцы из коллекции к-166, к-787, к-2595, к-1801 (17,8–19,2% сахаров), а также сорта Капитал, Момент, Саратовское 90 и перспективная линия Л-67/13 (18,2–20,2%), которые являются донорами ценного признака в селекционной работе (табл. 2).

Наиболее важным признаком является продуктивность. Урожайность биомассы сортов и линий в конкурсном сортоиспытании варьировала в пределах 20,48–34,35 т/га, коэффициент варьирования при этом составил 13,3%. Высокая урожайность вегетативной массы выявлена у новых сортов Шахерезада (30,05 т/га), Изольда (29,89 т/га), сортов Сахара (29,48 т/га), Волонтер (28,87 т/га) и линий Л-39/12 (33,75 т/га), Л-42/13 (28,76 т/га), Л-52/13 (34,35 т/га), Л-67/13 (28,10 т/га). Среди коллекционных сортообразцов высокую урожайность биомассы сформировали: к-166 — 24,34 т/га, к-256 — 37,9 т/га, к-302 — 37,18 т/га, к-327 — 34,30 т/га, к-1880 — 25,44 т/га, к-10092 — 24,48 т/га. Эти образцы являются донорами повышенной урожайности биомассы.

Семенная продуктивность сортов и линий сахарного сорго варьировала от 2,32 до 4,75 т/га, коэффициент вариации составил 19,4%, средняя урожайность семян по питомнику равнялась 3,68 т/га. Наиболее высокая урожайность семян выявлена у сортов Чайка — 4,21 т/га, Сахара — 4,49 т/га, Волонтер — 4,33 т/га, Севилья — 4,38 т/га, Шахерезада — 4,75 т/га, Изольда — 4,39 т/га, линий Л-39/12 — 4,28 т/га, Л-42/13 — 4,20 т/га, Л-44/13 — 3,92 т/га, Л-52/13 — 3,53 т/га и Л-66/13 — 3,76 т/га. Урожайность семян коллекционных сортообразцов значительно варьировала в годы исследований: 1,61–4,45 т/га при средней семенной продуктивности в питомнике 2,52 т/га, коэффициент вариации составил 26,3%. Значительное варьирование величины признака позволило выделить сортообразцы с наибольшей урожайностью семян: к-256 — 4,45 т/га, к-302 — 3,54 т/га, к-1435 — 3,30 т/га, к-3434 — 3,62 т/га, к-10092 — 3,64 т/га, к-10830 — 3,62 т/га и к-10832 — 4,12 т/га.

Необходимо отметить значительное влияние результатов селекции на выравненность величины морфометрических показателей, а также урожайности биомассы и семян сахарного сорго на завершающих этапах селекционного процесса в питомнике конкурсного сортоизучения. Сортообразцы коллекционного питомника характеризовались значительно большим варьированием селекционно ценных признаков.

Таблица 1. Анализ статистических параметров выборки по хозяйственно ценным признакам образцов сахарного сорго (среднее за 2021–2022 гг.)

Table 1. Analysis of statistical sampling parameters based on economically valuable characteristics of sugar sorghum samples (average for 2021–2022)

Признак	Значение признака (min...max)	Средняя и ее ошибка (±Sx)	Коэффициент вариации (V, %)
Сорта, линии собственной селекции			
Высота растений, см	161,0–204,0	182,0±2,9	7,2
Площадь наибольшего листа, см <sup>2</sup>	152,2–261,9	229,2±6,5	12,4
Выдвинутость ножки соцветия, см	14,4–26,9	19,6±0,8	18,8
Длина соцветия, см	18,9–24,5	22,2±0,3	6,5
Содержание сахаров в соке стебля, %	12,1–20,2	15,8±0,5	13,6
Урожайность биомассы, т/га	20,48–34,35	27,26±0,83	13,3
Урожайность зерна, т/га	2,32–4,75	3,68±0,16	19,4
Масса 1000 семян, г	18,1–27,9	23,4±0,6	11,5
Масса семян с 1 соцветия, г	11,6–25,3	18,5±0,9	23,1
Сортообразцы мировой коллекции ВИР			
Высота растений, см	123,3–215,7	162,9±3,0	12,9
Площадь наибольшего листа, см <sup>2</sup>	108,2–341,6	199,0±7,6	26,4
Выдвинутость ножки соцветия, см	4,3–21,7	12,0±0,6	31,7
Длина соцветия, см	13,2–28,3	21,3±0,5	16,6
Содержание сахаров в соке стебля, %	6,8–19,2	13,5±0,5	23,6
Урожайность биомассы, т/га	11,49–34,30	17,85±0,68	25,8
Урожайность зерна, т/га	1,61–4,45	2,52±0,09	26,3
Масса 1000 семян, г	14,6–24,5	20,6±0,3	10,5
Масса семян с 1 соцветия, г	6,8–24,6	13,6±0,6	28,1

Таблица 2. Доноры хозяйственно ценных признаков генофонда сахарного сорго

Table 2. Donors of economically valuable traits of the gene pool of sugar sorghum

Признак	Количество образцов	Наименование образца
Высота растений	12	к-54, к-302, к-327, к-340, к-451, к-10092, Флагман, Волонтер, Момент, Шахерезада, Л-66/13, Л-67/13
Площадь наибольшего листа	10	к-256, к-257, к-327, к-10830, к-1502, Капитал, Изольда, Л-39/12, Л-44/13, Л-59/13
Выдвинутость ножки соцветия	11	к-157, к-166, к-787, к-1626, к-1783, Волонтер, Севилья, Чайка, Шахерезада, Л-66/13, Л-67/13
Длина соцветия	13	к-48, к-157, к-257, к-302, к-920, к-1801, к-4917, к-10830, Волонтер, Момент, Саратовское 90, Л-44/13, Л-80/12
Урожайность семян	18	Чайка, Сахара, Волонтер, Севилья, Шахерезада, Изольда, Л-39/12, Л-42/13, Л-44/13, Л-52/13, Л-67/13, к-256, к-302, к-1435, к-3434, к-10092, к-10830, к-10832
Урожайность биомассы	15	Шахерезада, Изольда, Сахара, Волонтер, Л-39/12, Л-42/13, Л-52/13, Л-67/13, к-166, к-256, к-302, к-327, к-1880, к-10092
Общее содержание сахаров в соке стебля	8	Капитал, Момент, Саратовское 90, Л-67/13, к-166, к-787, к-2595, к-1801
Масса 1000 семян	19	Чайка, Сахара, Севилья, Изольда, Л-39/12, Л-42/13, Л-52/13, Л-59/13, Л-66/13, к-175, к-256, к-257, к-457, к-787, к-1502, к-1601, к-1783, к-2595, к-4569
Масса семян одного соцветия	13	Сахара, Волонтер, Севилья, Шахерезада, Изольда, Л-39/12, Л-52/13, Л-66/13, к-256, к-257, к-302, к-10092, к-10830

Важными элементами семенной продуктивности сорговых культур являются показатели массы 1000 семян и массы семян с одной метелки. Среди сортов и линий сахарного сорго выявлено варьирование признака «масса 1000 семян» в пределах 18,1–27,9 г при средней величине показателя 23,4 г, коэффициент вариации составил 11,5%; в группе коллекционных сортообразцов эти же параметры оказались следующими: 14,6–24,5 г, 20,6 г, 10,5% соответственно. Наибольшая крупнозерность среди сортов и линий оказалась у сортов Чайка (масса 1000 семян — 25,9 г), Сахара (25,7 г), Севилья (24,0 г), Изольда (26,9 г),

линий Л-39/12 — 27,9 г, Л-42/13 — 25,6 г, Л-52/13 — 25,6 г, Л-59/13 — 25,0 г, Л-66/13 — 25,0 г. Повышенной крупнозерностью характеризовались сортообразцы к-175, к-256, к-257, к-457, к-787, к-1502, к-1601, к-1783, к-2595 и к-4569, у которых масса 1000 семян составила 22,4–24,5 г.

Продуктивные метелки (масса семян с одного соцветия) выявлены у сортов и линий собственной селекции, среди которых в наибольшей степени превзошли стандарт (Волжское 51, 19,6 г) сорта Сахара — 25,3 г семян с одного соцветия, Волонтер — 21,8 г, Севилья — 22,1 г, Шахерезада — 20,8 г, Изольда — 23,0 г, линии Л-39/12 — 21,0 г, Л-52/13 — 21,0 г, Л-66/13 — 24,0 г. Среди коллекционных сортообразцов продуктивными соцветиями отличились образцы к-256, к-257, к-302, к-10092, к-10830, у которых масса семян с 1 метелки варьировала в пределах 20,0–26,6 г.

В соответствии с моделью сорта и результатами проведенных испытаний выделена линия Л-60/12 (новый сорт сахарного сорго Изольда), превосходящая районированный сорт Волжское 51 по питательной ценности вегетативной массы, урожаю биомассы и семян. Сорт передан в 2021 году на государственное сортоиспытание, рекомендуется для получения зеленого корма, силоса, сенажа, а также для получения из сока стеблей или кормовой массы различной сахаросодержащей продукции.

### Выводы / Conclusion

В результате проведенной оценки генофонда сахарного сорго выявлено 18 образцов, являющихся донорами хозяйственно ценных признаков, которые включены в рабочую коллекцию по созданию новых форм. Некоторые образцы являются донорами нескольких хозяйственно ценных признаков: 6 признаков — Волонтер, 5 признаков — Шахерезада, к-302, Л-39/12, 4 признаков — Изольда, Сахара, Севилья, к-256, к-257, к-10092, Л-66/13, Л-67/13, 3 признаков — Момент, Чайка, к-327, Л-44/13. Согласно разработанной модели и результатам проведенных испытаний выделен новый сорт сахарного сорго Изольда, превосходящий районированный сорт Волжское 51 по урожаю биомассы на 21,0% и по урожаю семян — на 11,1% в условиях 2020–2021 гг.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.  
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.  
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Работа выполнена в рамках тематического плана РосНИИСК «Россорго» согласно государственному заданию № 082-00219-21-00 Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кибальник О.П. Адаптивная способность ЦМС-линий сорго в условиях возделывания Нижнего Поволжья. *Аграрная наука*. 2019;1: 45-47. DOI:10.32634/0869-8155-2019-321-1-45-47
2. Алабушев А.В., Ковтунова Н.А., Шишова Е.А. Основные направления селекционной работы по сахарному сорго. *Кормопроизводство*. 2015;11: 33-36.
3. Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustina A.S., Kapustin A.S. Effectiveness of sugar sorghum hybrids in the arid conditions of north caucasus. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2020;10(3): 435-440. DOI: 10.31407/ijeec10.301

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

### FUNDING:

The work was carried out within the framework of the thematic plan of RosNIISK «Rossorgo» in accordance with the state task No. 082-00219-21-00 of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation.

### REFERENCES

1. Kibalnik O.P. Adaptive capacity of CMS sorghum lines in the conditions of cultivation of the Lower Volga region. *Agrarian Science*. 2019;1: 45-47. DOI:10.32634/0869-8155-2019-321-1-45-47 (In Russian).
2. Alabushev A.V., Kovtunova N.A., Shishova E.A. The main directions of breeding work on sugar sorghum. *Fodder production*. 2015;11: 33-36. (In Russian).
3. Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustina A.S., Kapustin A.S. Effectiveness of sugar sorghum hybrids in the arid conditions of north caucasus. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2020;10(3): 435-440. DOI: 10.31407/ijeec10.301



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

(Продолжение)

4. Володин А.Б., Жукова М.П., Донец И.А., Голубь А.С., Чухлебкова Н.С. Оценка продуктивности и хозяйственно ценных признаков и свойств гибрида сорго сахарного Ярик. *Вестник АПК Ставрополя*. 2019;1: 74-77.
5. Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Куколева С.С. Сахарное сорго для возделывания в засушливых регионах РФ. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2022;29(192): 66-75.
6. Kibalnik O.P., Larina T.V., Bychkova V.V., Semin D.S., Efremova I.G. Source material in the selection of Sorghum Saccaratum when used for feed purposes. *Journal of Agriculture and Environment*. 2022; 1(21) DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2022.1.21.13>
7. Парамонова И.Е., Кравченко Н.Л., Балпанов Д.С., Тен О.А. Культивирование дрожжей-продуцентов кормового белка на соке сахарного сорго. *Биотехнология. Теория и практика*. 2013;1: 52-56.
8. Володин А.Б., Капустин С.И., Савартцев М.А. Новые нетрадиционные источники сырья для производства пищевого и кормового сахара. *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*. 2016;12: 305-308.
9. Ефремова Е.Н., Петров Н.Ю. Технология переработки сахарного сорго *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2012;4(28): 1-4.
10. Oliveira L.P., Silva Cabral P.D., Silva F.H., Neto A.R., Silva F.G., Pereira L.D. Performance and genetic diversity of pre-commercial sweet sorghum hybrids in Central-Western and Southern Brazil. *Renewable Energy*. 2021;11 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.11.023>
11. Burks P.S., Kaizer C.M., Hawkins E.M., Brown P.J. genomewide Association for Sugar Yield in Sweet Sorghum. *Crop Sci*. 2015;55(5): 2138-2148. DOI:10.2135/cropsci2015.01.0057
12. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В. Биоразнообразие сорго. *Зерновое хозяйство России*. 2018;5: 49-52.
13. Болдырева Л.Л., Юдина В.Н. Перспективы селекции сорго сахарного в условиях Крыма. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2017;11(174): 5-11.
14. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В. Использование сорго сахарного в качестве источника питательных веществ для человека (обзор литературы). *Зерновое хозяйство России*. 2019;3(63): 3-9.
15. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. 1989; 194 с.
16. 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.: ВИР. 1982; 34 с.

## ОБ АВТОРАХ:

**Оксана Павловна Кибальник,**

кандидат биологических наук, главный научный сотрудник отдела сорговых культур, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Российская Федерация  
<https://orcid.org/0000-0002-1808-8974>

**Ирина Григорьевна Ефремова,**

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела сорговых культур, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Российская Федерация  
<https://orcid.org/0000-0002-7188-9332>

**Дмитрий Сергеевич Семин,**

кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела сорговых культур, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Российская Федерация  
<https://orcid.org/0000-0003-0442-6933>

**Виктория Игоревна Старчак,**

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела сорговых культур, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Российская Федерация  
<https://orcid.org/0000-0001-7312-4547>

**Денис Александрович Степанченко,**

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела сорговых культур Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Российская Федерация  
<https://orcid.org/0000-0002-8263-188X>

**Светлана Сергеевна Куколева,**

научный сотрудник отдела сорговых культур, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Российская Федерация  
<https://orcid.org/0000-0002-0582-9024>

## REFERENCES

4. Volodin A.B., Zhukova M.P., Donets I.A., Golub A.S., Chukhlebova N.S. Evaluation of productivity and economically valuable signs and properties of the hybrid sorghum sugar Yarik. *Bulletin of the Agroindustrial complex of Stavropol*. 2019;1: 74-77. (In Russian).
5. Kibalnik O.P., Efremova I.G., Semin D.S., Kukoleva S.S. Sugar sorghum for cultivation in arid regions of the Russian Federation. *News of agricultural science of Taurida*. 2022;29(192): 66-76. (In Russian).
6. Kibalnik O.P., Larina T.V., Bychkova V.V., Semin D.S., Efremova I.G. Source material in the selection of Sorghum Saccaratum when used for feed purposes. *Journal of Agriculture and Environment*. 2022; 1(21) DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2022.1.21.13> (In Russian).
7. Paramonova I.E., Kravchenko N.L., Balpanov D.S., Ten O.A. Cultivation of yeast producers of feed protein on sugar sorghum juice. *Biotechnology. Theory and practice*. 2013;1: 52-56. (In Russian).
8. Volodin A.B., Kapustin S.I., Savartsev M.A. New non-traditional sources of raw materials for the production of food and feed sugar. *New and unconventional plants and prospects for their use*. 2016;12: 305-308. (In Russian).
9. Efremova E.N., Petrov N.Yu. Technology of processing of sugar sorghum *Izvestiya Nizhnevolzhskiy agrouniversitetskogo kompleksa*. 2012;4(28): 1-4. (In Russian).
10. Oliveira L.P., Silva Cabral P.D., Silva F.H., Neto A.R., Silva F.G., Pereira L.D. Performance and genetic diversity of pre-commercial sweet sorghum hybrids in Central-Western and Southern Brazil. *Renewable Energy*. 2021;11 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.11.023>
11. Burks P.S., Kaizer C.M., Hawkins E.M., Brown P.J. genomewide Association for Sugar Yield in Sweet Sorghum. *Crop Sci*. 2015;55(5): 2138-2148. DOI:10.2135/cropsci2015.01.0057
12. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V. Sorghum biodiversity. *Grain farming in Russia*. 2018;5: 49-52. (In Russian).
13. Boldyreva L.L., Yudina V.N. Prospects for the selection of sugar sorghum in the Crimea. *News of agricultural science of Taurida*. 2017;11(174): 5-11. (In Russian).
14. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V. The use of sugar sorghum as a source of nutrients for humans (literature review). *Grain farming in Russia*. 2019;3(63): 3-9. (In Russian).
15. Fedin M.A. Methodology of state variety testing of agricultural crops. M.: State Commission on Variety Testing of Agricultural Crops. 1989; 194 p. (In Russian).
16. Yakushevsky E.S., Varadinov S.G., Korneychuk V.A., Banyai L. Broad unified classifier of CMEA and international classifier of CMEA of cultivated species of the genus Sorghum Moench. L.:VIR. 1982; 34 p. (In Russian).

## ABOUT THE AUTHORS:

**Oksana Pavlovna Kibalnik,**

Candidate of Biological Sciences, Chief Researcher, Department of Sorghum Crops, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Maize «Rossorgo», 4, 1st Institutskiy proezd, Saratov, 410050, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-1808-8974>

**Irina Grigorievna Efremova,**

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Department of Sorghum Crops, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Maize «Rossorgo», 4, 1st Institutskiy proezd, Saratov, 410050, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-7188-9332>

**Dmitry Sergeevich Semin,**

Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Department of Sorghum Crops, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Maize «Rossorgo», 4, 1st Institutskiy proezd, Saratov, 410050, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0003-0442-6933>

**Victoria Igorevna Starchak,**

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Sorghum Crops, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Maize «Rossorgo», 4, 1st Institutskiy proezd, Saratov, 410050, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0001-7312-4547>

**Denis Alexandrovich Stepanchenko,**

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Sorghum Crops, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Maize «Rossorgo», 4, 1st Institutskiy proezd, Saratov, 410050, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-8263-188X>

**Svetlana Sergeevna Kukoleva,**

Researcher, Department of Sorghum Crops, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Maize «Rossorgo», 4, 1st Institutskiy proezd, Saratov, 410050, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-0582-9024>