









DOI: 10.22363/2312-797X-2026-21-1-84-95


EDN FSWTPR

УДК 633.174.1:631.527:631.524.86:664.134

Научная статья / Research article

Оценка сахарного сорго по продуктивности, содержанию, сбору сахаров в соке стебля и выходу биоэтанола

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

Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго
и кукурузы, г. Саратов, Российская Федерация
 lily74-88@mail.ru

Аннотация. Особенность растений сахарного сорго, заключающаяся в накоплении в соке стеблей до 20 % и более водорастворимых сахаров, ставит культуру в число сахароносов для получения сахаристой продукции, сиропов, патоки, биоэтанола, что способствует расширению технологического и экономического потенциала культуры. В течение 2021–2023 гг. проведены сравнительные исследования 28 перспективных линий сахарного сорго в сравнении с сортами-стандартами на опытном поле Российского научно-исследовательского и проектно-технологического института сорго и кукурузы (ФГБНУ РосНИИСК «Россорго») в г. Саратов. Агротехника выращивания — зональная, разработанная научными учреждениями Нижнего Поволжья. Закладка делянок и оценка урожайности стеблей образцов сахарного сорго проведена согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Сделан вывод: для формирования рабочей коллекции сахарного сорго следует выбирать образцы с высокими показателями урожайности стеблей и содержания в них водорастворимых сахаров. Наибольшие показатели выявлены у селекционных линий Л-104/14, Л-16, Л-10, Л-6. По результатам исследований в среднем за 2021–2023 гг. наибольший теоретический сбор сахаров установлен у линий: Л-10 — 2,01, Л-16 — 2,31, Л-104/14 — 2,54, Л-6 — 2,63 т/га, что превышает значение показателя более сахаристого стандарта сорта Флагман на 52,3...99,2 %. Расчетный выход спирта с гектара посевов этих линий равен: Л-10 — 1027,1, Л-16 — 1180,4, Л-104/14 — 1297,9, Л-6 — 1343,9 л/га, превышение показателя над стандартом у этих селекционных линий составило 52,3...99,2 %.

Ключевые слова: селекционная линия, содержание водорастворимых сахаров, расчетный выход спирта, выход сока

Вклад авторов. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении исследования и анализе результатов, ознакомлены с окончательной версией статьи и одобрили ее.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 21 октября 2024 г., принята к публикации 4 ноября 2025 г.


© Куколева С.С., Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г., Степанченко Д.А., 2026




This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Для цитирования: Куколева С.С., Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г., Степанченко Д.А. Оценка линий сахарного сорго по продуктивности, содержанию, сбору сахаров в соке стебля и выходу биоэтанола // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2026. Т. 21. № 1. С. 84–95. doi: 10.22363/2312-797X-2026-21-1-84-95 EDN: FSWTPR

Evaluation of sweet sorghum for productivity, sugar content and yield in stem juice, and bioethanol output

Svetlana S. Kukoleva  , Oksana P. Kibalnik , Dmitriy S. Semin ,
Irina G. Efremova , Denis A. Stepanchenko 

Russian Research and Design Institute of sorghum and corn, *Saratov, Russian Federation*
 lily74-88@mail.ru

Abstract. Sweet sorghum plants accumulate up to 20% or more water-soluble sugars in stem sap, making it a potential sugar crop for producing sugar products, syrups, molasses, and bioethanol, thereby expanding its technological and economic potential. During 2021–2023, comparative studies of 28 promising lines and standard cultivars of sweet sorghum were conducted at the experimental field of Russian Research and Design Institute of sorghum and corn in Saratov. The plots were established, and the yield of sweet sorghum accessions was assessed according to the state methodology for variety testing of agricultural crops. It was concluded that accessions with high yield of stems and content of water-soluble sugars should be selected to form a working collection of sweet sorghum. The highest yields were found in the breeding lines L-104/14, L-16, L-10, L-6. According to the research results for 2021–2023, the highest theoretical sugar yield was established in the lines: L-10 — 2.01 t/ga, L-16 — 2.31 t/ga, L-104/14 — 2.54 t/ga, L-6 — 2.63 t/ga, which exceeds the value of Flagman cultivar, a more sugary standard, by 52.3–99.2%. The calculated alcohol yield per hectare of these lines was: L-10 — 1027.1 L/ga, L-16 — 1180.4 L/ga, L-104/14 — 1297.9 L/ga, L-6 — 1343.9 L/ga. These breeding lines exceeded the standard by 52.3 to 99.2%.

Keywords: breeding line, water-soluble sugar content, estimated alcohol yield, juice yield

Authors' contributions. All the authors were involved in designing and conducting the experiments, analyzing the results. All authors read and approved the final manuscript.

Conflict of interests. The authors declare no conflicts of interest.

Article history: received 21 October 2024; accepted 4 November 2025.

For citation: Kukoleva SS, Kibalnik OP, Semin DS, Efremova IG, Stepanchenko DA. Evaluation of sweet sorghum for productivity, sugar content and yield in stem juice, and bioethanol output. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2026;21(1):84–95. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2026-21-1-84-95 EDN: FSWTPR

Введение

Уникальная по засухоустойчивости сельскохозяйственная культура — сахарное сорго — широко известна в мировом растениеводстве и используется в производстве зеленых кормов, сена, силоса, сенажа, фуража, моноорма, брикетов [1, 2]. Сахарное

сорго формирует в богарных условиях урожайность биомассы до 25,0...30,0 т/га, характеризующейся высокой энергетической и питательной ценностью [3].

Высокая сахаристость (17...22 %) стеблей сахарного сорго способствует расширению технологического и экономического потенциала культуры. Содержание сахаров в соке стеблей — важный показатель, позволяющий использовать эту культуру не только для приготовления силоса, но и для получения сиропов и спирта, что актуально, когда разрабатываются безотходные технологии производства и переработки сорго в кормовую патоку с целью получения сиропа для пищевой промышленности на основе создания высокосахаристых и урожайных сортов и гибридов сорго в различных почвенно-климатических зонах [4–8]. Пищевой глюкозо-фруктозный сироп, получаемый из сорго, представляет собой ценный продукт питания, который хорошо усваивается организмом человека. Особенно важным он может быть для людей, страдающих сахарным диабетом, поскольку является оздоровительным продуктом [7]. Сравнивая сорговый сироп с сахаросодержащими продуктами, получаемыми из сахарной свеклы и тростника, можно отметить, что он не уступает им по питательности. Однако, выращивание сорго имеет ряд преимуществ, таких как экономическая эффективность и стабильность в условиях засухи. Это делает сорговый сироп привлекательным вариантом для производства и потребления (рис. 1).



Рис. 1. Сахаросодержащая продукция из сока сахарного сорго — кормовая патока и сорговый сироп

Источник: составлено О.П. Кибальник, Д.С. Семиным.

Fig. 1. Sugar-containing products from sweet sorghum juice — fodder molasses and sorghum syrup

Source: compiled by O.P. Kibalnik, D.S. Semin.

Исследования крымских селекционеров Л.Л. Болдыревой и В.В. Бритвина свидетельствуют о новых перспективных формах использования сорго сахарного для производства сахарного сиропа, за счет которых значительно может уменьшить

дефицит сахара в засушливых регионах РФ [9]. При этом выход спирта зависел от гидротермических условий вегетации сахарного сорго. Согласно литературным данным в опытах отмечена разница выхода биоэтанола по годам, достигающая двукратного изменения показателей [10].

Во многих странах мира сорго выращивается в промышленных масштабах для производства биоэтанола, который смешивается с ископаемым топливом [11, 12]. Агропромышленный комплекс Российской Федерации также развивает производство биоэтанола из сахарного сорго [13–16]. Для эффективного промышленного получения биоэтанола требуются высокоурожайные сорта и гибриды сахарного сорго, характеризующиеся повышенной концентрацией сахаров в стеблевом соке [17]. Следовательно, селекционная работа, направленная на создание новых сортов и гибридов сахарного сорго с заданными агрономическими и биологическими свойствами, приобретает особую актуальность. Данный подход позволит обеспечить сырьем различные отрасли агропромышленного комплекса.

Цель исследований — сравнительная оценка перспективных линий сахарного сорго собственной селекции для выведения наиболее продуктивных образцов с высоким содержанием сахаров в соке стеблей сортов и гибридов, обеспечивающих максимальный выход сахаров и биоэтанола с единицы площади.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований служили 21 селекционная линия питомника предварительного сортоизучения сахарного сорго и 8 линий питомника конкурсного сортоизучения.

Исследования проводились в течение 2021–2023 гг. на опытном поле института ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Агротехника выращивания — зональная, разработанная научными учреждениями Нижнего Поволжья. Закладка делянок и оценка урожайности образцов сорго проведена согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур¹. Посев образцов сахарного сорго проводили во второй декаде мая сеялкой СКС-6–10 (селекционная кассетная сеялка). Площадь делянок в питомниках составила: конкурсного сортоиспытания — 30,8 м², предварительного — 15,4 м². Повторность трехкратная, густота стояния растений скорректирована вручную — 100...150 тыс. раст./га. В качестве стандартов использованы районированные сорта Волжское 51 и Флагман. На опытном поле проведена оценка содержания водорастворимых сахаров в соке стебля экспресс-методом с помощью рефрактометра RL-2. Полевые и лабораторные эксперименты проводили по методике Б.А. Доспехова². Обработка экспериментальных данных выполнена методом дисперсионного анализа с по-

¹ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // Госагропром СССР. Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. М., 1989. 194 с.

² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 2011. 352 с.

мощью программ Агрос 2.09 и Microsoft Excel. В годы исследований величина гидротермического коэффициента (ГТК) составила: 2021 г. — 0,62; 2022 г. — 0,75; 2023 г. — 0,69.

Результаты исследования и обсуждение

Проведена сравнительная оценка селекционных линий сахарного сорго в питомниках конкурсного (рис. 2) и предварительного сортоизучения (рис. 3) в период 2021–2023 гг. по содержанию суммы водорастворимых сахаров в соке стебля.

Испытанные в течение 2021–2023 гг. линии сахарного сорго питомника конкурсного сортоизучения в среднем показали значительное варьирование содержания сахаров в соке стеблей: от 11,1 % у сорта-стандарта Волжское 51 до 15,7 % у линии Л-44/13. Среди перспективных линий сахарного сорго наибольшей концентрацией в соке стеблей отличились: Л-66/13 — 14,4, Л-52/13 — 15,0, Л-44/13 — 15,7, Л-42 — 15,4, Л-39/12 — 14,0 % сахаров (рис. 2).

В питомнике предварительного сортоизучения в среднем за 2021–2023 гг. содержание водорастворимых сахаров в соке стеблей линий сахарного сорго варьировало в пределах 8,4 (Л-65/17)...17,9 (Л-104/14) %. По величине показателя наибольшее существенное превышение, %, обоих стандартов выявлено у селекционных линий: Л-16 (17,6), Л-104/14 (17,9), Л-6 (16,8), Л-10 (17,1), на уровне стандартов выявлено содержание сахаров в соке стеблей у линий Л-62/17, Л-7, Л-87, Л-3/14, Л-5-1, Л-9/2, Л-28, Л-34, Л-35, Л-187, Л-75, Л-105/14 (12,2...15,2 %). Следует отметить, что высокое количество сахаров ежегодно наблюдалось у Л-104/14 и Л-16.

Изучение широкой вариабельности признаков позволило провести определенную выбраковку образцов и по итогам трехлетних наблюдений сформировать рабочую коллекцию образцов, характеризующихся наибольшими показателями сбора сахаров и выхода спирта с единицы площади, превышающих сорта-стандарты (табл.).

Результаты исследования 28 селекционных линий сахарного сорго показали, что для формирования рабочей коллекции образцов с высокой продуктивностью по сбору сахаров и выходу биоспирта следует выбирать формы с высокой урожайностью стеблей и повышенным содержанием водорастворимых сахаров в соке. Выделены 16 линий сахарного сорго, отличающиеся существенным превышением показателей по сравнению со стандартами. Теоретический сбор сахаров с гектара посевной площади у стандарта Волжское 51 составил 1,22 т/га, а выход биоэтанола — 623,4 л, у стандарта сорта Флагман — 1,32 т/га и 674,5 л соответственно. Селекционные линии рабочей коллекции характеризовались значительным превышением обоих стандартов высоким сбором сахаров и выходом биоспирта.

Результаты наших исследований показали, что в условиях Нижневолжского региона сбор сахаров у образцов рабочей коллекции сахарного сорго варьировал

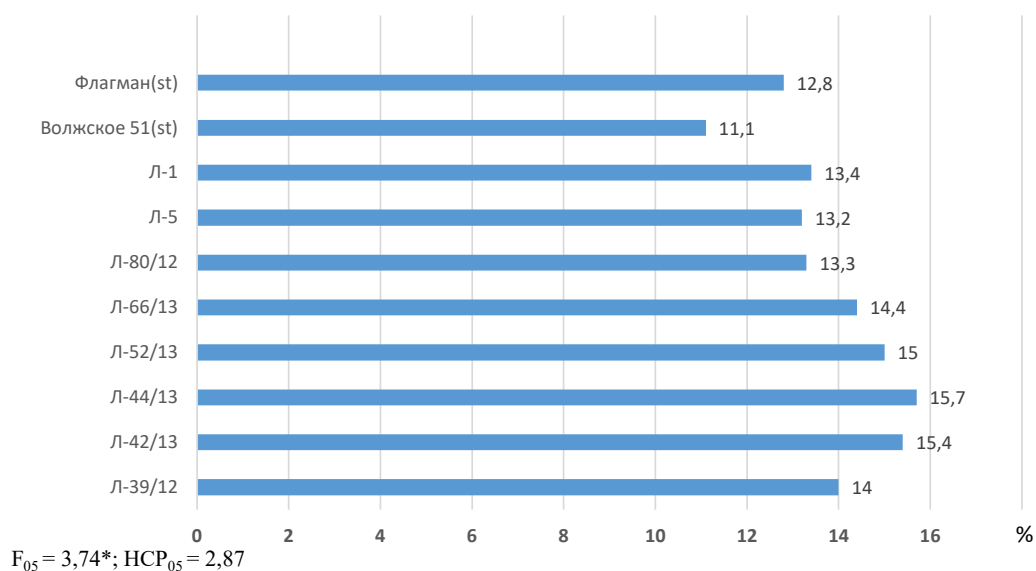


Рис. 2. Общее содержание водорастворимых сахаров в соке стеблей линий сахарного сорго собственной селекции (питомник конкурсного сортоизучения), %, среднее за 2021–2023 гг.

Источник: составлено С.С. Куколевой, И.Г. Ефремовой.

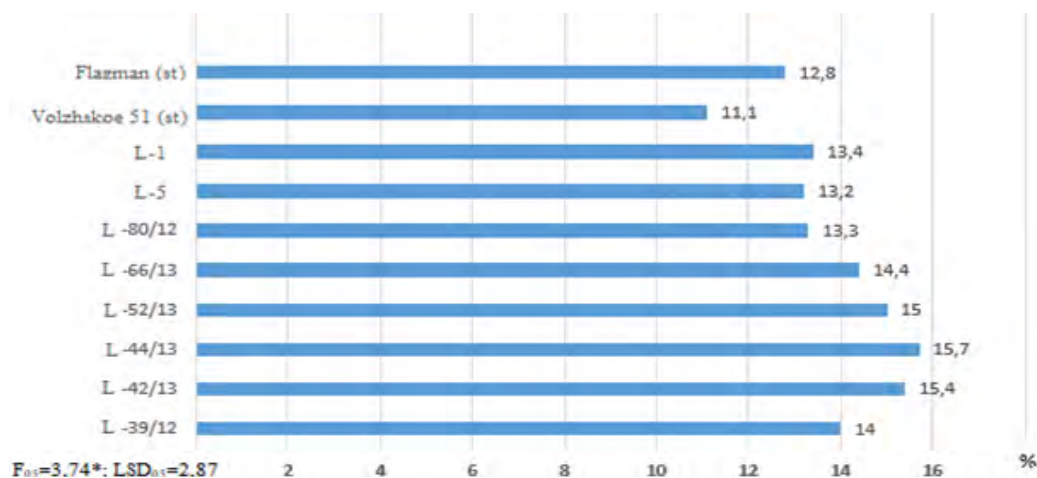


Fig. 2. Total content of water-soluble sugars in stem sap of self-bred sweet sorghum lines (nursery of competitive variety research), %, average for 2021–2023

Source: compiled by S.S. Kukoleva, I.G. Efremova.

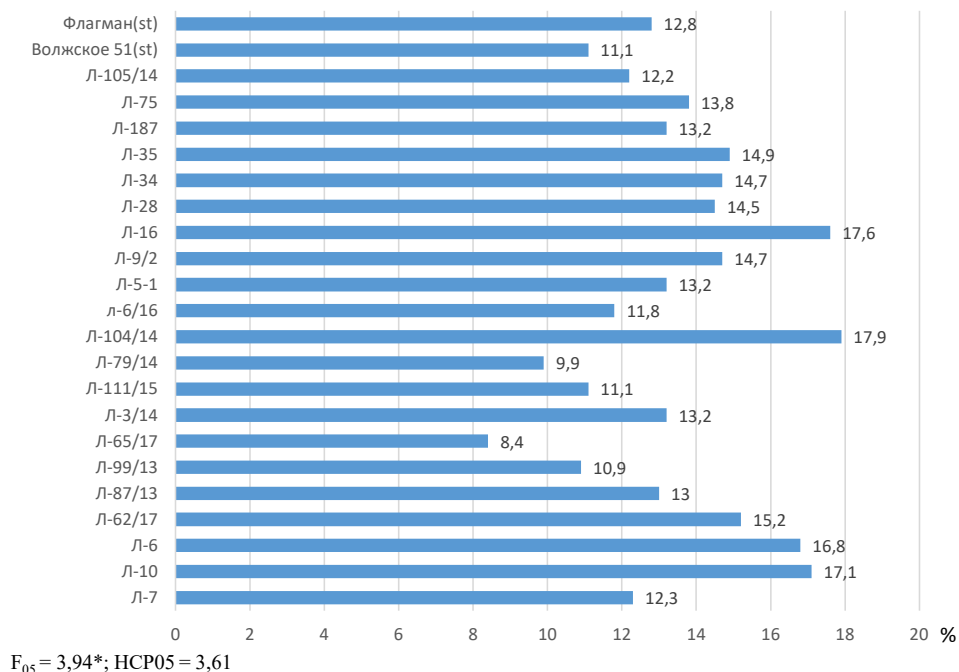


Рис. 3. Общее содержание водорастворимых сахаров в соке стеблей сортов-стандартов и линий сахарного сорго собственной селекции (питомник предварительного сортоизучения), %, среднее за 2021–2023 гг.

Источник: составлено С.С. Куколевой, Д.А. Степанченко.

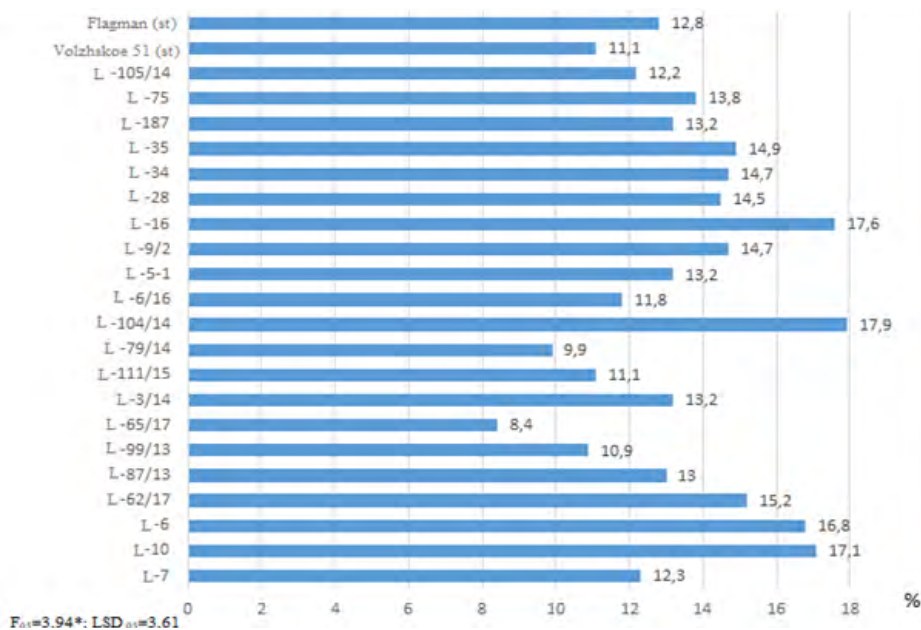


Fig. 3. Total content of water-soluble sugars in stem sap of standard varieties and lines of self-bred sweet sorghum (preliminary variety testing nursery), %, average for 2021–2023

Source: compiled by S.S. Kukoleva, D.A. Stepanchenko.

Теоретический сбор сахаров и выход биоэтанола с единицы площади посевов наиболее продуктивных образцов сахарного сорго, 2021–2023 гг.

Сорт, линия	Урожайность стеблей, т/га	Выход сока, т/га	Содержание сахаров в соке стебля, %	Теоретический сбор сахаров, т/га	Расчетный выход спирта, л/га
Волжское 51 (st)	16,37	10,97	11,1	1,22	623,4
Флагман (st)	15,87	10,32	12,8	1,32	674,5
Л-39/12	19,27	12,72	14,0	1,78	909,6
Л-42/13	18,08	11,75	15,4	1,81	924,9
Л-44/13	16,17	11,00	15,7	1,73	884,0
Л-52/13	18,14	12,34	15,0	1,85	945,4
Л-80/12	20,17	13,92	13,3	1,85	945,4
Л-104/14	20,55	14,18	17,9	2,54	1297,9
Л-62/17	16,13	11,29	15,2	1,72	878,9
Л-187	18,43	12,72	13,2	1,68	858,5
Л-5–1	15,78	11,05	13,2	1,46	746,1
Л-35	17,55	12,11	14,9	1,80	919,8
Л-75	16,32	11,42	13,8	1,88	960,7
Л-87/13	19,17	13,23	13,0	1,72	878,9
Л-9/2	18,35	13,03	14,7	1,92	981,1
Л-16	19,34	13,15	17,6	2,31	1180,4
Л-10	16,54	11,74	17,1	2,01	1027,1
Л-6	22,35	15,65	16,8	2,63	1343,9
НСР ₀₅	2,09	1,43	1,33	0,21	101,4

Источник: составлено О.П. Кибальник, И.Г. Ефремовой, Д.С. Семиным.

Theoretical sugar harvest and bioethanol yield per area unit from most productive sugar sorghum genotypes, 2021–2023

Cultivar, line	Stem yield, t/ha	Juice yield, t/ha	Sugar content in stem juice, %	Theoretical sugar yield, t/ha	Calculated alcohol yield, L/ha
Volzhskoe 51 (st)	16.37	10.97	11.1	1.22	623.4
Flagman (st)	15.87	10.32	12.8	1.32	674.5
L-39/12	19.27	12.72	14.0	1.78	909.6
L-42/13	18.08	11.75	15.4	1.81	924.9
L-44/13	16.17	11.00	15.7	1.73	884.0
L-52/13	18.14	12.34	15.0	1.85	945.4
L-80/12	20.17	13.92	13.3	1.85	945.4
L-104/14	20.55	14.18	17.9	2.54	1297.9
L-62/17	16.13	11.29	15.2	1.72	878.9
L-187	18.43	12.72	13.2	1.68	858.5

Ending table

Cultivar, line	Stem yield, t/ha	Juice yield, t/ha	Sugar content in stem juice, %	Theoretical sugar yield, t/ha	Calculated alcohol yield, L/ha
L-5-1	15.78	11.05	13.2	1.46	746.1
L-35	17.55	12.11	14.9	1.80	919.8
L-75	16.32	11.42	13.8	1.88	960.7
L-87/13	19.17	13.23	13.0	1.72	878.9
L-9/2	18.35	13.03	14.7	1.92	981.1
L-16	19.34	13.15	17.6	2.31	1180.4
L-10	16.54	11.74	17.1	2.01	1027.1
L-6	22.35	15.65	16.8	2.63	1343.9
LSD ₀₅	2.09	1.43	1.33	0.21	101.4

Source: compiled by O.P. Kibalnik, I.G. Efremova, D.S. Semin.

в пределах 1,46 (Л-5-1)...2,63 т/га (Л-6). Максимальный теоретический сбор сахаров составил 2,01...2,63 т/га у линий Л-10, Л-16, Л-104/14 и Л-6.

По расчетному выходу биоспирта колебания показателя составили: 746,1 (линия Л-5-1)...1343,9 л/га (линия Л-6). В среднем за 2021–2023 гг. наибольших показателей расчетного выхода спирта удалось достичь при возделывании селекционных линий Л-104/14 — 1297,9, Л-16 — 1180,4, Л-10 — 1027,1, Л-6 — 1343,9 л/га.

Заключение

Для формирования рабочей коллекции сахарного сорго с высоким расчетным выходом сахаров в соке стеблей и спирта с единицы площади посевов следует выбирать образцы с высокой урожайностью стеблей и высоким содержанием водорастворимых сахаров в соке стеблей. В наших исследованиях наибольшая величина сбора сахаров в условиях вегетации 2021–2023 гг. установлена у линий сахарного сорго Л-10, Л-16, Л-104/14 и Л-6 (2,01...2,63 т/га), которые отличились также высоким выходом биоспирта с гектара посевной площади — 1027,1...1343,9 л/га.

Список литературы

1. Метлина Г.В., Горпиниченко С.И., Ковтунова Н.А., Васильченко С.А. Агроэнергетическая эффективность возделывания новых сортов и гибридов сорго сахарного // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 114. С. 288–297. EDN: VHFМКТ
2. Ковтунова Н.А., Ермолина Г.М., Горпиниченко С.И., Романюкин А.Е. Кормовая ценность сахарного сорго // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 3 (58). С. 21–25. EDN: YOQWWV
3. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В. Использование сорго сахарного в качестве источника питательных веществ для человека (обзор литературы) // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3 (63). С. 3–9. doi: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-3-9 EDN: XWDXPX
4. Болдырева Л.Л., Юдина В.Н. Перспективы селекции сорго сахарного в условиях Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2017. № 11 (174). С. 5–11. EDN: YOPBGC

5. Володин А.Б., Капустин С.И., Саварцов М.А. Новые нетрадиционные источники сырья для производства пищевого и кормового сахара // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12. С. 305–308. EDN: WEBJJJ
6. Романюкин А.Е., Ковтунова Н.А. Изучение перспективных сортов сорго сахарного // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23. № 7 (236). С. 22–31. doi: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-22-31 EDN: MYKRTW
7. Каменева О.Б., Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Калинин Ю.А. Сахарное сорго как сахаронос и альтернативный источник биоэнергии (обзор) // АгроЭкоИнфо. 2021. № 6 (48). С. 32. doi: <https://doi.org/10.51419/20216602> EDN: YHGASK
8. Ефремова Е.Н., Петров Н.Ю. Технология переработки сахарного сорго // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 4 (28). С. 66–69. EDN: PLVUHZ
9. Болдырева Л.Л., Бритвин В.В. Создание новых форм сорго сахарного для производства сахарного сиропа // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2015. № 1 (164). С. 56–62. EDN: WFDUDV
10. Teetor V.H., Duclos D.V., Wittenberg E.T., Young K.M., Chawhuaymak J., Riley M.R., Ray D.T. Effect of planting date on sugar and ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona // *Industrial Crops and Products*. 2011. Vol. 34. № 2. P. 1293–1300. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.09.010>
11. Koradiya M., Duggirala S., Tipre D., Dave S. Pretreatment optimization of Sorghum pioneer biomass for bioethanol production and its scale-up // *Bioresource Technology*. 2016. Vol. 199. P. 142–147. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.08.156>
12. Mathur S., Umakanth A.V., Tonapi V.A., Sharma R., Sharma M.K. Sweet sorghum as biofuel feedstock: recent advances and available resources // *Biotechnology for biofuels*. 2017. Vol. 10. P. 146. doi: 10.1186/s13068-017-0834-9 EDN: YGCLDU
13. Горпиниченко С.И., Ковтунов В.В. Перспективы производства биоэтанола из сорго // *Зерновое хозяйство России*. 2009. № 4. С. 26–34. EDN: MULSVR
14. Бритвин В.В., Болдырева Л.Л. Сорго как сырье для производства биоэтанола // *Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет»*. Серия: Сельскохозяйственные науки. 2013. № 154. С. 69–72. EDN: SCALYJ
15. Худашова А.И. Производство биоэтанола из сахарного сорго для агропромышленного комплекса России // *Наука без границ*. 2017. № 1 (6). С. 40–43. EDN: XRHOET
16. Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И., Мамаева Л.А. Разработка технологии спирта из сахарного сорго отечественной селекции // *Новости науки в АПК*. 2018. № 2–1 (11). С. 32–35. doi: 10.25930/qdm-vf12 EDN: MDHTBC
17. Римарева Л.В., Серба Е.М., Оверченко М.Б., Игнатова Н.И., Павлова А.А., Огоржельская Н.С. Комплексное использование сока стеблей сахарного сорго для получения этанола и кормовой белково-аминокислотной добавки // *Пищевая промышленность*. 2021. № 5. С. 56–61. doi: 10.52653/PP1.2021.5.5.013 EDN: VNYNQT

References

1. Metlina GV, Gorpichenko SI, Kovtunova NA, Vasilchenko SA. Agro-energy efficiency of cultivation of new varieties and hybrids of sweet sorghum. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2015;(114):288–297. (In Russ.). EDN: VHFMTKT
2. Kovtunova NA, Ermolina GM, Gorpichenko SI, Romanyukin AE. Fodder value of sweet sorghum. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2017;(3):21–25. (In Russ.). EDN: YOQWVW
3. Kovtunova NA, Kovtunov VV. The use of sweet sorghum as a source of nutritious substances for humans (literature review). *Grain Economy of Russia*. 2019;(3):3–9. (In Russ.). doi: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-3-9 EDN XWDXPX
4. Boldyreva LL, Yudina VN. Selection perspectives of sweet sorghum in the conditions of Crimea. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2017;(11):5–11. (In Russ.). EDN: YOPBGC
5. Volodin AB, Kapustin SI, Savartsov MA. New non-traditional sources of raw materials for the production of food and feed sugar. *Novye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh ispol'zovaniya*. 2016;(12):305–308. (In Russ.). EDN: WEBJJJ
6. Romanyukin AE, Kovtunova NA. Study of the promising sweet sorghum varieties. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023;23(7):22–31. (In Russ.). doi: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-22-31 EDN: MYKRTW

7. Kameneva OB, Kibalnik OP, Efremova IG, Semin DS, Kalinin YA. Sugar sorghum as a sugar-bearing and alternative source of bioenergy (review). *AgroEcoInfo*. (In Russ.). 2021;(6):32. doi: 10.51419/20216602 EDN: YHGASK
8. Efremova EN, Petrov NY. Technology of processing sugar sorghum. *Proceedings of Lower Volga Agro-university Complex: Science and Higher Education*. 2012;(4):66–69. (In Russ.). EDN: PLVUHZ
9. Boldyreva LL, Britvin VV. Creation of new forms of sweet sorghum for a production of sugar syrup. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2015;(1):56–62. (In Russ.). EDN: WFDUDV
10. Teetor VH, Duclos DV, Wittenberg ET, Young KM, Chawhuaymak J, Riley MR, et al. Effects of planting date on sugar and ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona. *Industrial Crops and Products*. 2011;34(2):1293–1300. doi: 10.1016/j.indcrop.2010.09.010
11. Koradiya M, Duggirala S, Tipre D, Dave S. Pretreatment optimization of Sorghum pioneer biomass for bioethanol production and its scale-up. *Bioresource Technology*. 2016;199:142–147. doi: 10.1016/j.biortech.2015.08.156
12. Mathur S, Umakanth AV, Tonapi VA, Sharma R, Sharma MK. Sweet sorghum as biofuel feedstock: recent advances and available resources. *Biotechnology for Biofuels*. 2017;10(1):146. doi: 10.1186/s13068-017-0834-9 EDN: YGCLDU
13. Gorpichenko SI, Kovtunov VV. Prospects of bioethanol production from sorghum. *Grain Economy of Russia*. 2009;(4):26–34. (In Russ.). EDN: MULSVR
14. Britvin VV, Boldyreva LL. Sorghum as raw material for the production of bioethanol. *Nauchnye trudy Yuzhnogo filiala Natsional'nogo universiteta bioresursov i prirodopol'zovaniya Ukrainy «Krymskii agrotekhnologicheskii universitet»*. Seriya: Sel'skokhozyaistvennyye nauki. 2013;(154):69–72. (In Russ.). EDN: SCALYJ
15. Khudashova AI. To the question of production of bioethanol from *Sorghum saccharatum* as an alternative energy source. *Nauka bez granits*. 2017;(1):40–43. (In Russ.). EDN: XRHOET
16. Askarbekov EB, Baigazieva GI, Mamaeva LA. Development of alcohol technology from sugar sorghum of domestic breeding. *Novosti nauki v APK*. 2018;(2–1):32–35. (In Russ.). doi: 10.25930/qdm-vf12 EDN: MDHTBC
17. Rimareva LV, Serba EM, Overchenko MB, Ignatova NI, Pavlova AA, Ogorzhelskaya NS. Complex use of sugar sorghum stem juice to produce ethanol and feed protein-amino acid additives. *Food Industry*. 2021;(5):56–61. (In Russ.). doi: 10.52653/PPI.2021.5.5.013 EDN: VNYNQT

Об авторах:

Куколева Светлана Сергеевна — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, Российская Федерация, 410050, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, д. 4; e-mail: lily74-88@mail.ru

ORCID: 0000-0002-0582-9024 SPIN-код: 4594-6809

Кибальник Оксана Павловна — доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, Российская Федерация, 410050, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, д. 4; e-mail: kibalnik79@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-1808-8974 SPIN-код: 9632-2976

Семин Дмитрий Сергеевич — кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, Российская Федерация, 410050, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, д. 4; e-mail: sds-balashov@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-0442-6933 SPIN-код: 4269-0736

Ефремова Ирина Григорьевна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, Российская Федерация, 410050, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, д. 4; e-mail: efremovairina1946irina@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-7188-9332 SPIN-код: 3195-5883

Степанченко Денис Александрович — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела семеноводства в управлении научно-технологического обеспечения, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, Российская Федерация, 410050, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, д. 4; e-mail: 0709-Den@mail.ru

ORCID: 0000-0002-8263-188X SPIN-код: 6697-8173

About the authors:

Kukoleva Svetlana Sergeevna — Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Breeding and Primary Seed Production, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Corn, 4 1st Institututsky passage, Saratov, 410050, Russian Federation; e-mail: lily74-88@mail.ru

ORCID: 0000-0002-0582-9024 SPIN-code: 4594-6809

Kibalnik Oksana Pavlovna — Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Department of Breeding and Primary Seed Production, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Corn, 4 1st Institututsky passage, Saratov, 410050, Russian Federation; e-mail: kibalnik79@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-1808-8974 SPIN-code: 9632-2976

Semin Dmitry Sergeevich — Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Department of Breeding and Primary Seed Production, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Corn, 4 1st Institututsky passage, Saratov, 410050, Russian Federation; e-mail: sds-balashov@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-0442-6933 SPIN-code: 4269-0736

Efremova Irina Grigoryevna — Candidate of Agricultural Sciences, Leader Researcher, Department of Breeding and Primary Seed Production, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Corn, 4 1st Institututsky passage, Saratov, 410050, Russian Federation; e-mail: efremovairina1946irina@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-7188-9332 SPIN-code: 3195-5883

Stepanchenko Denis Aleksandrovich — Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Seed Production Department in the Scientific and Technological Support Department, Russian Research and Design Institute of Sorghum and Corn, 4 1st Institututsky passage, Saratov, 410050, Russian Federation; e-mail: 0709-Den@mail.ru

ORCID: 0000-0002-8263-188X SPIN-code: 6697-8173