

## CROP PRODUCTION

DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2022.1.21.13>

Kibalnik O.P.<sup>1\*</sup>, Larina T.V.<sup>2</sup>, Bychkova V.V.<sup>3</sup>, Semin D.S.<sup>4</sup>, Efremova I.G.<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Russian Research and Design–Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov, Russia

\* Corresponding author (kibalnik79[at]yandex.ru)

Received: 17.03.2022; Accepted: 18.03.2022; Published: 11.04.2022

### SOURCE MATERIAL IN THE SELECTION OF SORGHUM SACCHARATUM WHEN USED FOR FEED PURPOSES

Research article

#### Abstract

This article presents the results of selection work on the creation of the source material of sorghum saccharatum for use in crossings to increase the productivity and quality of the vegetative mass of hybrids in arid regions of Russia. The test conducted in 2020–2021 allowed for identifying three varieties (Flagman, Larets, Kapital) and six breeding lines (L–28/14, L–75, L–35, L–34, L–28 and L–5–1). It should be noted that these lines differ from the varieties with a higher biomass productivity of 33.28–40.58 t/ha, and the content of crude protein and fat at the standard level is 6.60–8.69% and 1.16–1.90%, respectively. Bioenergetic assessment of the biomass of sorghum saccharatum crops showed that the identified lines were also superior to the zoned varieties in collecting dry matter by 0.67–4.69 tons, gross energy output – by 12.29–83.43 GJ per 1 hectare.

**Keywords:** sorghum, yield, protein, dry matter, gross energy output.

Кибальник О.П.<sup>1\*</sup>, Ларина Т.В.<sup>2</sup>, Бычкова В.В.<sup>3</sup>, Семин Д.С.<sup>4</sup>, Ефремова И.Г.<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Российский научно–исследовательский и проектно–технологический институт сорго и кукурузы, Саратов, Россия

\* Корреспондирующий автора (kibalnik79[at]yandex.ru)

Получена: 17.03.2022; Доработана: 18.03.2022; Опубликована: 11.04.2022

### ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ В СЕЛЕКЦИИ САХАРНОГО СОРГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ

Научная статья

#### Аннотация

В данной статье представлены результаты селекционной работы по созданию исходного материала сахарного сорго с целью использования в скрещиваниях для повышения продуктивности и качества вегетативной массы гибридов в условиях засушливых регионов России. Испытание в 2020–2021 гг. позволило выделить три сорта (Флагман, Ларец, Капитал) и шесть селекционных линий (Л–28/14, Л–75, Л–35, Л–34, Л–28 и Л–5–1). Следует отметить, что данные линии отличаются от сортов более высокой продуктивностью биомассы 33,28–40,58 т/га, а содержание сырого протеина и жира на уровне стандарта – 6,60–8,69% и 1,16–1,90%, соответственно. Биоэнергетическая оценка биомассы посевов сахарного сорго показала, что выявленные линии превосходили районированные сорта также по сбору сухого вещества на 0,67–4,69 т, выходу валовой энергии – на 12,29–83,43 ГДж с 1 гектара.

**Ключевые слова:** сорго, урожайность, протеин, сухое вещество, выход валовой энергии.

#### 1. Введение

С развитием животноводства в различных регионах РФ важным становится формирование кормовой базы, обеспечивающей постоянную поставку разнообразных высокоэнергетических сочных и грубых кормов. Особенно актуальным является расширение набора сельскохозяйственных культур для острозасушливых регионов, когда основные культуры не способны обеспечить животноводческие комплексы полноценными кормами. В таком случае необходимо включать в ассортимент наиболее засухоустойчивые культуры к которым относятся сорговые. Так, зерновое сорго рекомендуется для приготовления комбикормов; сахарное – зеленого корма, силоса и сенажа; суданская трава – зеленого корма, сена, сенажа, травяной муки и гранул [1, С. 783]. При этом использование сорго в

рационах сельскохозяйственных животных и птицы позволяет сбалансировать протеин в комбикормах и сахаро–протеиновое соотношение в зеленом корме [2, С. 54], [3, С. 59], а также снизить затраты на приготовление корма за счет более низкой себестоимости сырья.

Отдельное внимание заслуживает один из видов этой культуры – сорго сахарное, характеризующиеся не только засухоустойчивостью, но и холодостойкостью, высокой продуктивностью фитомассы с прекрасными кормовыми достоинствами: 0,22–0,24 кормовых единиц в 1 кг биомассы, 4–6% протеина, 20–30% клетчатки, 25–40% сухого вещества [4, С. 48]. Коэффициенты переваримости питательных веществ в рационах с силосом из сорго превышают показатели переваримости корма с кукурузным силосом.

В тоже время для более эффективного использования биологического и генетического потенциала культуры необходимо селекционировать сорта или гибриды для конкретной зоны возделывания. В селекции кормового сорго в первую очередь ориентируются на продуктивность надземной биомассы, которая зависит от облиственности и параметров листовой поверхности, а также на интенсивное отрастание и устойчивость к абиотическим и биотическим факторам [5, С. 13]. Вместе с тем, сорта, предназначенные для силосования, должны отличаться средним содержанием водорастворимых сахаров, потому что их высокое содержание может отрицательно сказаться на качестве биомассы [6, С. 6]. Поэтому следует отдавать предпочтение высокопротеиновым образцам. В этой связи целью исследований являлся подбор исходного материала в селекции на повышение урожайности и качества биомассы новых линий сахарного сорго на основе комплексной оценки хозяйственно–ценных признаков и энергетических показателей.

## **2. Материалы и методы**

Объектами исследований послужили 20 сортов и селекционных линий как собственной, так и инорайонной селекции. Исходный материал высевали на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2020–2021 гг. Технология возделывания зональная [7, С. 23]. Площадь делянок составила 15,4 м<sup>2</sup>. Повторность трехкратная. Густота стояния растений скорректирована вручную до 100–150 тыс. раст./га. В качестве стандартов использован районированный сорт Волжское 51. Измерение морфометрических признаков, учет урожайности и биоэнергетическая оценка посевов образцов сорго проведены согласно общепринятым методикам [8, С. 194], [9, С. 21]. Биохимическая оценка биомассы образцов сахарного сорго проводилась в лаборатории института на инфракрасном анализаторе Spectra Star XT. Экспериментальные данные обрабатывали методом статистического анализа выборки данных с помощью программы Агрос 2.09.

## **3. Результаты исследований**

В создании модели сорта сахарного сорго необходимо учитывать агроклиматические условия региона. В условиях нашего региона, в первую очередь, следует обращать внимание на скороспелость новых форм: вегетационный период не должен превышать 115 дней. Сорта, характеризующиеся среднеспелостью (вегетационный период 120 и более дней), могут вызревать нестабильно и их семеноводство станет крайне затруднительным.

В литературе отмечено, что длина и ширина листьев, их количество коррелирует с урожайностью биомассы [10, С.39]. Поэтому при формировании модели сорта также следует уделять внимание этим признакам. Вместе с тем, для лучшей перевариваемости зерновой части животными, колосковые чешуи должны быть короткими и широко раскрытыми. Таким образом, рекомендуемые параметры основных селекционных и биохимических признаков растений нового сорта для Нижневолжского региона должны соответствовать следующим показателям: высота растений – 180,0–200,0 см; площадь наибольшего листа – 200,0–225,0 см<sup>2</sup>; урожайность биомассы – 25,0–30,0 т/га; урожайность семян – 2,5–3,0 т/га; содержание сахара в соке стебля – 10,0–15,0%; 5,0–8,0% протеина и 28,0–32,0% сухого вещества в биомассе.

Анализ варьирования значений хозяйственно–ценных признаков у сортов и селекционных линий показал, что по высоте растений варьирование слабое (5,6%); площади наибольшего листа, содержание водорастворимых сахаров и доле метелок в общей биомассе – среднее (15,0–18,9%); облиственности, урожайности – высокое (22,1–22,3%) (Таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика сортов и линий сахарного сорго на повышение сахаристости сока стебля (2020–2021 гг.)

Сорт, линия	Высота растений, см	Площадь наибольшего листа, см <sup>2</sup>	Облиственность, %	Урожайность биомассы т/га	Доля метелок в биомассе, %	Содержание сахаров в соке стебля, %
сорта						
Волжское 51 (st)	176,7	211,9	27,7	29,57	10,6	15,4
Капитал	181,5	242,8	22,9	28,67	14,0	19,7
Флагман	197,2	198,2	20,7	34,67	14,9	14,3
Саратовское 90	189,3	253,6	20,3	22,55	17,7	18,2
Ларец	180,2	279,9	18,6	26,20	14,8	11,5
Лиственит	176,5	273,9	23,5	29,17	12,2	13,1
Кинельское 4	171,2	182,9	28,1	20,62	17,7	14,9
селекционные линии						
Л–67/13	185,2	230,1	15,5	23,60	12,2	20,2
Л–10	176,4	203,2	19,1	18,45	19,4	18,7
Л–87/13	164,3	237,5	16,6	23,70	15,3	13,9
Л–3/14	183,0	191,6	23,6	26,97	19,2	14,7
Л–5–1	180,6	176,5	19,2	35,17	20,3	14,9
Л–16	191,6	179,6	18,2	25,37	16,3	18,5
Л–28	187,4	186,6	22,4	34,53	12,0	16,9
Л–34	196,4	251,2	18,5	33,28	14,5	17,4
Л–35	195,1	190,2	19,7	34,03	13,7	18,3
Л–28/14	206,6	156,5	12,9	39,88	16,5	17,1
Л–75	180,9	299,9	9,5	40,58	19,8	14,5
$\bar{x} \pm Sx$	<b>184,4±2,4</b>	<b>219,2±9,6</b>	<b>19,6±1,0</b>	<b>29,8±1,5</b>	<b>15,6±0,7</b>	<b>16,2±0,6</b>
V, %	<b>5,6</b>	<b>18,7</b>	<b>22,3</b>	<b>22,1</b>	<b>18,9</b>	<b>15,0</b>

Примечание:  $\bar{x} \pm Sx$  – средняя и ее ошибка; V – коэффициент вариации

Подбор компонентов для исходного материала новых сортов соответствует предъявляемым требованиям. В результате комплексной оценки выделены три селекционных линии (Л–34, Л–35 и Л–75), сочетающие высокорослость (180,9–196,4 см), площадь наибольшего листа (190,2–299,9 см<sup>2</sup>), продуктивность (33,28–40,58 т/га) с долей метелок с зерном в биомассе 13,7–19,8% и содержанием водорастворимых сахаров в соке стебля 14,5–18,3%. Невысокой облиственностью отличалась линия Л–75.

По урожайности зелёной массы на силос сорго сахарное превосходит кукурузу и другие яровые культуры на 18–25%, а по питательной ценности заготавливаемого из него корма при своевременной уборке не уступает им. Наши исследования показали, что наибольшее содержание протеина в вегетативной биомассе отмечено в образцах – Саратовское 90, Л–28/14, Л–75, Л–16 (7,31–8,69%). Более 3% сырого жира установлено в биомассе образцов Саратовское 90 и Л–3/14 (Таблица 2).

Таблица 2 – Биохимический состав вегетативной массы (2020–2021 гг.)

Сорт, линия	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	БЭВ, %	Абсолютно сухое вещество, %
сорта					
Волжское 51 (st)	6,94	1,56	20,90	65,04	34,04
Капитал	6,63	1,54	20,83	65,89	38,68
Флагман	7,53	1,66	19,51	65,90	33,38
Саратовское 90	8,01	2,22	17,47	67,39	38,47
Ларец	6,67	1,43	22,62	64,63	31,83
Лиственит	6,39	1,48	24,19	62,97	33,77
Кинельское 4	6,32	0,99	20,45	67,79	39,52
селекционные линии					
Л–67/13	6,86	1,96	26,26	58,72	37,76
Л–10	7,62	1,91	19,94	65,37	35,19
Л–87/13	7,38	1,70	19,69	66,30	34,48
Л–3/14	7,48	2,38	21,77	62,92	33,89
Л–5–1	7,78	1,73	18,50	66,78	34,50
Л–16	7,86	1,43	18,38	67,47	40,50
Л–28	7,34	1,90	20,55	64,88	35,0
Л–34	7,22	1,16	17,02	69,61	38,53
Л–35	6,60	1,37	20,90	66,21	36,51
Л–28/14	7,89	1,53	19,11	65,99	39,69
Л–75	8,69	1,70	16,61	68,21	38,30
$\bar{x} \pm S_x$	<b>7,29±0,15</b>	<b>1,64±0,08</b>	<b>20,26±0,57</b>	<b>65,67±0,57</b>	<b>36,33±0,61</b>
V, %	<b>8,788</b>	<b>20,805</b>	<b>12,037</b>	<b>3,696</b>	<b>7,198</b>

Расчет выхода валовой энергии с единицы площади показал, что среди районированных сортов наибольшие показатели выявлены у сорта Флагман, Ларец и Капитал: при 11,21–11,57 т/га урожайности сухого вещества выход валовой энергии составил 200,00–206,82 ГДж/га. Среди селекционных линий высокая биоэнергетическая оценка отмечена у Л–28/14, Л–75, Л–35, Л–34, Л–28 и Л–5–1: сбор сухого вещества составил 12,24–15,90 т/га, а выход валовой энергии – 219,11–283,43 ГДж/га (Рисунок 1).



Рис. 1 – Урожайность сухого вещества биомассы и выход валовой энергии с гектара посевов сортов и селекционных линий сахарного сорго

#### 4. Выводы

Выделенные сорта (Флагман, Ларец, Капитал) и перспективные линии (Л–28/14, Л–75, Л–35, Л–34, Л–28 и Л–5–1) целесообразно включить в гибридизацию с целью получения гибридов первого поколения кормового направления

использования. Данные селекционные линии соответствуют требованиям, предъявляемым к сортам сахарного сорго по морфологическим признакам, продуктивности, биоэнергетическим показателям и представляют большую ценность в приготовлении различных видов кормов в связи с превышением районированных сортов по сбору сухого вещества вегетативной массы на 0,67–4,69 т/га, а также выходу валовой энергии – на 12,29–83,43 ГДж/га.

### Conflict of Interest

None declared.

### Конфликт интересов

Не указан.

### References

1. Ковтунова Н.А. Современная оценка питательности кормов из сорговых культур / Н.А. Ковтунова, В.В. Ковтунов, С.И. Горпиниченко // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – №123(09). – С.
2. Кибкало И.А. Энергетическая эффективность экспериментальных образцов комбикорма для молодняка КРС / И.А. Кибкало, О.Б. Каменева и др. // Аграрный научный журнал. – 2019. – №12. – С. 54–60.
3. Ерохина А.В. Влияние биоконсерванта «Биоамид-3» на качество силоса из сорго / Ерохина А.В., Каменева О.Б., Калинин Ю.А. и др. // Аграрный научный журнал. – 2020. – №12. – С. 59–61.
4. Жужукин В.И. Сахарное сорго в Нижневолжском регионе/ В.И. Жужукин, Д.С. Семин, А.Ю. Гаршин // Земледелие. – 2013. – №6. – С.47–48.
5. Смасhevский Н.Д. Требования к модели адаптивного сорта сахарного сорго в условиях аридной зоны / Н.Д. Смасhevский, Д.С. Кадралиев, Н.Н. Самойлова и др. // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2012. – №3. – С.13–15.
6. Болдырева Л.Л. Перспективы селекции сорго сахарного в условиях Крыма / Л.Л. Болдырева, В.Н. Юдина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2017. – №11(174). – С.5–11.
7. Горбунов В.С. Приемы повышения эффективности возделывания и переработки продукции сахарного сорго на кормовые и технические цели в условиях Нижнего Поволжья / В.С. Горбунов, А.Г. Ишин, Г.И. Костина и др. // Рекомендации. – Саратов.–2009.–31 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.– 1989. – 194 с.
9. Григорьев Н.Г. Об определении питательности кормов/ Н.Г. Григорьев, Н.Н. Скоробогатых, В.М. Косолапов // Кормопроизводство. – 2008. – №9. – С.21–22.
10. Ковтунова Н.А. Сопряженность урожайности зеленой массы сорго с происхождением и количественными признаками / Н.А. Ковтунова, В.В. Ковтунов, А.Е. Романюкин и др. // Зерновое хозяйство России. – 2019. – №4(64). – С.36–41.

### References in English

1. Kovtunova N.A. Sovremennaya otsenka pitatel'nosti kormov iz sorgovykh kultur [Modern assessment of the nutritional value of feed from sorghum crops] / N.A. Kovtunova, V.V. Kovtunov, S.I. Gorpinichenko // Nauchnyi zhurnal KubGAU [Scientific journal KubSAU]. – 2016.–№123(09).–P. [in Russian]
2. Kibkalo I.A. Energeticheskaya effektivnost eksperimentalnykh obraztsov kombikorma dlya molodnyaka KRS [Energy efficiency of experimental samples of compound feed for young cattle]/ I.A. Kibkalo, O.B. Kameneva, T.V. Larina et al. // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. – 2019. – №12. – С. 54–60. [in Russian]
3. Erokhina A.V. Vliyaniye biokonservanta “Bioamid–3” na kachestvo silosa iz sorgo [Influence of biopreservative “Bioamid–3” on the quality of sorghum silage]/ A.V. Erokhina, O.B. Kameneva, D.D. Babushkin et al. // Agrarnyi nauchnyi zhurnal [Agrarian scientific journal]. – 2020. – №12. – P. 59–61. [in Russian]
4. Zhuzhukin V.I. Sakharoe sorgo v Nizhnevolzhskom regione [Sugar sorghum in the Nizhnevolzhsky region] / V.I. Zhuzhukin, D.S. Semin, A.Yu. Garshin // Zemledeliye [Agriculture]. –2013.–№6.–P.47–48. [in Russian]
5. Shishova E.A. Osnovnye napravleniya i rezultaty selektsii sorgo travyanistogo [The main directions and results of grass sorghum breeding] / E.A. Shishova, S.I. Gorpinichenko, A.E. Romanyukin et al. // Zernovoe khozyaistvo Rossii [Grain farming in Russia]. –2016.–№5.–P.51–55. [in Russian]
6. Smashevskii N.D. Trebovaniya k modeli adaptivnogo sorta sakharного sorго v usloviyakh aridnoi zony [Requirements for the model of an adaptive variety of sugar sorghum in an arid zone] / N.D. Smashevskii, D.S. Kadraliev, E.N. Grigorenkova et al. // Teoreticheskie i prikladnye problemy APK [Theoretical and applied problems of the agro–industrial complex]. – 2012. – №3.– P.13–15. [in Russian]
7. Boldyreva L.L. Perspektivy selektsii sorго sakharного v usloviyakh Kryma [Prospects for the selection of sugar sorghum in the Crimea] / L.L. Boldyreva, V.N. Yudina // Ivestiya selskokhozyaistvennoi nauki Tavridy [Proceedings of agricultural science of Taurida]. – 2017. – №11(174). – P.5–11. [in Russian]
8. Gorbunov V.S. Priyomy povysheniya effektivnosti vzdelyvaniya i pererabotki produktsii sakharного sorго na kormovye i tekhnicheskie teli v usloviyakh Nizhnego Povolzhya [Methods for increasing the efficiency of cultivation and processing of sugar sorghum products for fodder and technical purposes in the conditions of the Lower Volga region] / V.S. Gorbunov, A.G. Ishin, G.I. Kostina et al. // Rekomendatsii [Recommendations]. – Saratov.–2009.–31 p. [in Russian]
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaistvennykh kultur [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. – M.1989. – 194 p. [in Russian]
10. Grigorev N.G. Ob opredelenii pitatel'nosti kormov [About determining the nutritional value of feed] / N.G. Grigorev, N.N. Skorobogatykh, V.M. Kosolapov // Kormoproizvodstvo [Feed production]. – 2008. – №9. – P.21–22. [in Russian]