

Изучение перспективных сортов сорго сахарного

А. Е. Романюкин¹, Н. А. Ковтунова¹✉

¹ Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Россия

✉ E-mail: n-beseda@mail.ru

Аннотация. Сорго сахарное в ряде крупных сельскохозяйственных регионов Российской Федерации с неустойчивым или недостаточным увлажнением становится реальной альтернативой традиционным кормовым культурам. Оно обладает высокой пластичностью и обеспечивает получение стабильного урожая зеленой массы на силос. Цель данной работы – оценка и характеристика перспективных сортов сорго сахарного селекции АНЦ «Донской». Методика. Научные исследования проводились с 2020 по 2022 гг. в АНЦ «Донской». Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым. Объектом исследований являлись 17 новых сортов, изучаемых в питомнике конкурсного испытания. Научная новизна заключается в изучении морфологических, биохимических и продуктивных показателей новых перспективных сортов сорго сахарного, выявление среди них наиболее адаптивных к условиям недостаточного (или неустойчивого) увлажнения Северного Кавказа. Результаты. В ходе исследований установлено, что при отборе сортов по хозяйственно ценным признакам следует учитывать, что только на продолжительность периода вегетации и количество листьев условия вегетации практически не оказывают влияния, остальные признаки могут значительно изменяться. По урожайности зеленой массы к наиболее стабильным относятся М ($V = 2,7\%$), ЗР-1/44 ($V = 7,3\%$), КЛ-12198/2 ($V = 8,2\%$), РС-124/19 ($V = 9,3\%$), Сахарное 105/3 ($V = 10,2\%$). В результате анализа показателей качества и продуктивности новых сортов сорго сахарного выделены Южное, Амазанит 301 и Феникс. Отмеченные сорта превзошли стандарт по урожайности зеленой массы на 4–13 т/га, сухого вещества на 2,9–4,3 т/га, сбору переваримого протеина на 0,24–0,36 т/га. Сорта Феникс и Южное, допущенные к использованию по Северо-Кавказскому, Центрально-Черноземному и Нижне-Волжскому регионам РФ, рекомендуются для широкого внедрения в сельскохозяйственное производство.

Ключевые слова: сорго сахарное, селекция, сорт, гибрид, урожайность, зеленая масса, сухое вещество.

Для цитирования: Романюкин А. Е., Ковтунова Н. А. Изучение перспективных сортов сорго сахарного // Аграрный вестник Урала. 2023. № 07 (236). С. 22–31. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-22-31.

Дата поступления статьи: 20.02.2023, **дата рецензирования:** 06.03.2023, **дата принятия:** 13.06.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Производство высококачественных и питательных кормов остается одной из приоритетных задач в аграрном секторе экономики Российской Федерации. На сегодняшний день кукуруза является универсальной (базовой) культурой, но диалектика природы такова, что в мире нет ничего постоянного. В засушливые годы кукуруза не всегда способна удовлетворять потребности кормопроизводства [1; 2]. Исходя из этого время диктует необходимость поиска и распространение альтернативных кормовых культур путем расширения биоразнообразия. Наравне с расширением ареала кукурузы, особенно в районы с меньшей влагообеспеченностью, активно внедряется кормовое сорго, в том числе сорго сахарное.

В России посевная площадь сорго в период с 1999 по 2019 гг. варьировала в очень широких пределах – от 8,7 до 228,6 тыс. га. При этом основная

часть посевов (93–98 %) приходится на Приволжский и Южный Федеральные округа. Среди регионов ЮФО выделяется Ростовская область, где посевы сорго варьируют от 46 до 69 % [3]. Для агроклиматических условий Северо-Кавказского региона России сорго не новая культура, но ее возделывание носит зачастую эпизодический характер. Особый интерес к культуре сорго возникает после ряда засушливых лет, поскольку сорго благодаря физиологическим особенностям растений и хорошо развитой корневой системой формирует высокий урожай при значительном недостатке влаги в почвенном покрове. Помимо исключительной засухоустойчивости, эта культура обладает необычной жаростойкостью, солевыносливостью и высокими кормовыми достоинствами [4; 5].

Сорго сахарное в ряде крупных сельскохозяйственных регионов Российской Федерации становится реальной альтернативой традиционным

кормовым культурам. За последние годы многие специалисты различных регионов Российской Федерации стали уделять должное внимание возделыванию сорго сахарного. В настоящее время имеется положительный опыт испытания сорго и внедрения его в северные регионы страны – Брянскую, Владимирскую, Калужскую, Костромскую, Курскую, Новгородскую, Смоленскую, Ульяновскую и другие области Российской Федерации [6; 7]. Культура обладает высокой пластичностью и обеспечивает получение стабильного урожая зеленой массы.

Главная задача работы, проводимой в лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, заключается в создании новых сортов и гибридов, отличающихся высокой урожайностью зеленой массы на силос и адаптивностью к условиям недостаточного увлажнения Северного Кавказа. Для решения данного вопроса в селекционной работе используются методы гибридизации на фертильной основе, многократное опыление метелок неоднородных гибридных популяций и целенаправленные отборы. Цель данной работы – оценка морфологических, биохимических и урожайных показателей перспективных сортов сорго сахарного селекции «АНЦ «Донской».

Научная новизна заключается в оценке новых перспективных сортов сорго сахарного, выявлении наиболее адаптивных к условиям недостаточного увлажнения не только исходя из показателей урожайности, но и качества, что, несомненно, следует учитывать в селекции сельскохозяйственных культур.

Методология и методы исследования (Methods)

Научные исследования проводились с 2020 по 2022 гг. на опытном участке научного севооборота лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового ФГБНУ «АНЦ «Донской». Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым. Закладка опытов и наблюдения проводились в соответствии с Методикой государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [8]. В качестве стандарта использовался сорт сорго сахарного Зерноградский янтарь. Содержание сырого протеина определяли методом Кьельдаля (ГОСТ 13496.4-93). Статистическую обработку данных осуществляли по методике Б. А. Доспехова (2014).

Объектом исследований являлись 17 новых сортов, изучаемых в питомнике конкурсного испытания.

Посев в 2020–2022 гг. был проведен в оптимальные сроки (1–2 декады мая) сеялкой «Клен-4,2» с нормой высева 200 тысяч всхожих семян на 1 га в четырехкратной повторности. Учетная площадь делянки – 25 м², расположение делянок систематическое.

В 2021 г. сложились благоприятные условия для появления всходов (температура выше среднемного-

летних данных на 1,6 °С, количество осадков – на 13,7 мм). В результате всходы появились на 7-й день после посева в 2020 г. и на 9–10-й день в 2022 г. Высокая температура воздуха в июне 2022 г. (выше среднемноголетней на 1,6 °С) и июле 2021 г. (выше нормы на 3,6 °С) и отсутствие осадков в эти же периоды (соответственно 7,4 мм, или 10,4 % от нормы, и 24,6 мм, или 42,6 %) привели к сокращению периода «всходы-выметывание» на 10–15 дней (по сравнению с 2020 годом). Количество осадков в августе в годы исследований было на уровне среднемноголетних (45,2 мм) данных 44,7–51,1 мм, температура воздуха превышала норму на 1,5 (2020 г.) – 4,7 °С (2022 г.). То есть условия были благоприятными для формирования листостебельной массы. Уборка зеленой массы на силос проведена в конце августа – начале сентября, уборка семян – 10–20 сентября в 2020 г., 1–10 сентября в 2021–2022 гг.

Результаты (Results)

В таблице 1 приведена характеристика сортов сорго сахарного по основным хозяйственно-ценным показателям – продолжительности периода вегетации, высоте растений, длине и количеству листьев на растении.

По продолжительности вегетационного периода изучаемые сорта имели значения (2020–2022 гг.) 101–113 дней. Данный показатель является самым стабильным среди изученных, коэффициент вариации по сортам составил 3,6 %, по годам – не более 10 %.

Все сорта относятся к среднеспелой группе созревания. Наибольшие значения продолжительности периода «всходы – полная спелость» наблюдались у сортов ЗР-1/44 (113 дн.) и Феникс (111 дн.), наименьшие – у сортообразцов М (101 дн.), Северная вишня (102 дн.) и РС-124/19 (102 дн.), у стандарта 106 дн.

Высота растений в среднем за 2020–2022 гг. слабо варьировала по сортам ($V = 6,8 \%$), по годам коэффициент вариации имел значения от 1,6 до 22,0 %. Так, высота у сорта СК-44/1634 изменялась по годам от 169 до 245 см ($V = 19,4 \%$), у сорта СТ-20 – от 169 до 231 см ($V = 22,0 \%$). Практически все являются высокорослыми, кроме Северная вишня (197 см), Южное (198 см), СТ-20 (200 см), РС-124/19 (200 см), относящихся к среднерослым формам.

Наибольшие значения высоты растений (201–269 см при среднем значении 224 см), а также длины листьев (50–75 см, 61 см) наблюдались в 2021 г., чему способствовали благоприятные условия августа (осадков – на 13 %, или 5,9 мм выше среднемноголетних данных, температура воздуха выше на 17,8 %, или 3,9 °С). Ранее было установлено, что длина листа находится в сильной прямой связи с количеством осадков ($r = 0,78 \pm 0,05$), в более увлажненные годы она принимает максимальные значения [9].

Таблица 1
Характеристика основных количественных признаков сортов сорго сахарного, 2020–2022 г.

Сорт	Продолжительность вегетационного периода		Высота растений		Длина 3-го листа		Количество листьев	
	Среднее, дней	V, %	Среднее, см	V, %	Среднее, см	V, %	Среднее, шт.	V, %
Зерноградский янтарь, стандарт	106	6,3	188	12,1	55	11,8	10	7,5
Дебют	104	7,3	207	11,5	60	10,2	10	7,5
Южное	101	7,0	198	5,3	62	10,0	10	6,2
Феникс	111	4,5	211	9,9	55	16,6	14	7,5
ZR-1/44	113	7,5	246	2,6	55	12,9	14	4,2
СК-44/1634	106	8,2	217	19,4	52	5,6	12	4,3
РС-124/19	102	9,1	200	6,5	60	5,6	9	3,1
ZSR-441	105	6,1	203	10,8	55	8,4	11	9,1
КД-388	106	6,8	236	13,8	54	25,2	11	5,4
ДК-3868	103	7,3	206	12,2	61	9,5	10	2,8
Сахарное 105/3	109	8,8	224	7,9	60	1,7	11	4,5
ОК-1798	108	9,6	215	9,7	62	1,7	11	9,2
Северная вишня	102	8,7	197	5,0	61	17,5	10	7,8
КЛ-12198/2	104	6,7	209	1,6	66	16,5	10	5,0
Амазанит 301	108	7,7	212	4,3	57	10,1	13	6,0
М	101	6,3	211	7,7	60	0,0	11	6,7
СТ-20	106	7,4	200	22,0	54	15,7	11	6,7
Среднее	106		210		59		11	
s	3		14		4		1	
V, %	3,6		6,8		6,8		10,6	

Table 1
Characteristics of main quantitative traits of the sweet sorghum varieties, 2020–2022

Variety	Length of a vegetation period		Plant height		Third leaf's length		Number of leaves	
	Mean, days	V, %	Mean, cm	V, %	Mean, cm	V, %	Mean, pcs.	V, %
<i>Zernogradskiy yantar', standard</i>	106	6.3	188	12.1	55	11.8	10	7.5
<i>Debyut</i>	104	7.3	207	11.5	60	10.2	10	7.5
<i>Yuzhnoe</i>	101	7.0	198	5.3	62	10.0	10	6.2
<i>Feniks</i>	111	4.5	211	9.9	55	16.6	14	7.5
<i>ZR-1/44</i>	113	7.5	246	2.6	55	12.9	14	4.2
<i>SK-44/1634</i>	106	8.2	217	19.4	52	5.6	12	4.3
<i>RS-124/19</i>	102	9.1	200	6.5	60	5.6	9	3.1
<i>ZSR-441</i>	105	6.1	203	10.8	55	8.4	11	9.1
<i>KD-388</i>	106	6.8	236	13.8	54	25.2	11	5.4
<i>DK-3868</i>	103	7.3	206	12.2	61	9.5	10	2.8
<i>Sakharnoe 105/3</i>	109	8.8	224	7.9	60	1.7	11	4.5
<i>OK- 1798</i>	108	9.6	215	9.7	62	1.7	11	9.2
<i>Severnaya vishnya</i>	102	8.7	197	5.0	61	17.5	10	7.8
<i>KL-12198/2</i>	104	6.7	209	1.6	66	16.5	10	5.0
<i>Amazanit 301</i>	108	7.7	212	4.3	57	10.1	13	6.0
<i>M</i>	101	6.3	211	7.7	60	0.0	11	6.7
<i>ST-20</i>	106	7.4	200	22.0	54	15.7	11	6.7
<i>Average</i>	106		210		59		11	
<i>s</i>	3		14		4		1	
<i>V, %</i>	3.6		6.8		6.8		10.6	

Длина листа является маркерным показателем высокой урожайности, поэтому их можно использовать при отборе растений на продуктивность [10; 11]. Длина листа (3-го сверху) варьировала в среднем за годы исследования в пределах 52–66 см, $V = 6,8\%$ (слабая изменчивость по сортам). Среди сортов наибольшей стабильностью отличились сорта М (0%), ОК-1798 (1,7%), Сахарное 105/3 (1,7%), изменчивостью по годам – КД-388 (25,2%). Максимальные значения наблюдались у сортов Северная вишня (61 см), ДК-3868 (61 см), ОК-1798 (62 см), КЛ-12198/2 (66 см).

Все сорта относятся к хорошо облиственным формам (более 9 листьев), кроме РС-124/19 (среднеоблиственный). По количеству листьев также отмечена стабильность по сортам ($V = 10,7\%$), по годам коэффициент варьирования не превышал 10%.

Для развития животноводства необходимо повышение в кормах содержания белка. При его недостатке в рационе животных при кормлении происходит перерасход кормов, и животноводство становится нерентабельным [12]. Поэтому при производстве кормов, а следовательно, и в селекции с кормовыми культурами большое значение имеет сбор протеина.

Содержание сырого протеина в сухом веществе зеленой массы – основной показатель качества корма [6; 12; 13]. У сортов оно варьировало от 6 до 9,7%, причем сорта проявляли различную изменчивость данного признака по годам. Так, высокая стабильность отмечена у сортов Зерноградский янтарь ($V = 4,6\%$), Южное ($V = 5,1\%$), ЗР-1/44 ($V = 8,7\%$), СК-44/1634 ($V = 5,7\%$), Амазанит 301 ($V = 1,8\%$). По содержанию сырого протеина и сбору переваримого протеина следует выделить сорта Южное (8,6% и 0,80 т/га), Феникс (9,2% и 0,92 т/га), Амазанит 301 (8,5% и 0,81 т/га), превысившие стандарт на 0,9–1,6% и 0,24–0,36 т/га соответственно (таблица 2).

Содержание сахаров в соке стеблей – важный показатель сорго сахарного, позволяющий использовать эту культуру для приготовления силоса, а также для получения сиропов и спирта. Данный показатель имел значения от 11,3 (СТ-20) до 17,8% (СК-44/1634 и РС-124/19). Сорта, приведенные в таблице 2, имели среднее (10,7–15,0%) и высокое содержание сахаров в соке стеблей (15,5–19,0%).

Морфологические признаки и показатели качества получаемой продукции являются лишь косвенными при подборе сортов для возделывания, урожайность всегда остается главным требованием, предъявляемым к ним. Урожайность зеленой массы на силос варьировала в пределах 27–44 т/га (стандарт – 31 т/га), варьирование по сортам было среднее (13,3%). Наибольшая средняя по сортам урожайность наблюдалась в 2021 г. – 38 т/га (наиболее благоприятный для роста листо-

стебельной массы). Среди сортов по стабильности следует выделить М ($V = 2,7\%$), ЗР-1/44 ($V = 7,3\%$), КЛ-12198/2 ($V = 8,2\%$), РС-124/19 ($V = 9,3\%$), Сахарное 105/3 ($V = 10,2\%$). Сильная изменчивость отмечена у сортов ЗСР-44 ($V = 36,1\%$), Северная вишня ($V = 31,8\%$) (таблица 3). Урожайность сухого вещества варьировала в пределах 8,7–16,0%, по сортам изменчивость средняя ($V = 14,0\%$). По годам сорта проявили различную изменчивость по данному признаку (до 47,4%). Наибольшая стабильность отмечена у сортов Сахарное 105/3 ($V = 5,4\%$), ОК-1798 ($V = 7,3\%$).

По урожайности зеленой массы на силос значительно превысили стандарт 8 сортов сорго сахарного. Из рис. 1 видно, что рост урожайности происходит за счет увеличения продолжительности вегетационного периода.

Выделились сорта Южное и Амазанит 301, которые превзошли стандарт как по урожайности зеленой массы (на 12,9% и 22,5%, соответственно), так и сухого вещества (на 30,8% и 29,9%), при этом созревающие одновременно (либо раньше) со стандартом Зерноградский янтарь (101 и 108 дней). Сорт Феникс сформировал максимальную урожайность зеленой массы и сухого вещества, превысив стандарт на 38,7% и на 36,8% соответственно.

Сорт Амазанит 301 создан в результате отбора раннеспелых, устойчивых к полеганию форм из популяции Амазанит. Сорт среднеспелый (период «всходы – полная спелость» – 108 дней, период «всходы – молочно-восковая спелость» – 95–97 дней). Высота растений перед уборкой – 212 см. Растения хорошо облиственные (13 листьев, 40–43% от общей массы растений). Метелка симметричная длиной 35–32 см. Семена округлые, полуплосчатые, окраска колосковой чешуи коричневая, окраска зерна коричневая. Масса 1000 семян – 25 г. Содержание сырого протеина в сухом веществе – 8,5%, содержание сахаров в соке стеблей – 15,0%.

Сорта Южное и Феникс в 2019–2020 гг. проходили государственное испытание. В 2021 г. они внесены в Государственный реестр селекционных достижений по Северо-Кавказскому, Центрально-Черноземному и Нижне-Волжскому регионам РФ.

Сорт Южное имеет период «всходы – полная спелость» 101 день, период «всходы – молочно-восковая спелость» – 90–92 дня). Высота растений перед уборкой составляет в среднем 198 см, устойчив к полеганию. Метелка симметричная длиной 22–24 см. Растения хорошо облиственные (10 листьев, 34–38% от листостебельной массы). Семена округлые, полуплосчатые, окраска колосковой чешуи черная, окраска зерна коричневая. Масса 1000 семян – 22–24 г. Содержание сырого протеина – 8,6%, сбор переваримого протеина – 0,80 т/га.

Сорт Феникс высокорослый (211 см при созревании), продолжительность периода «всходы – полная спелость» – 111 дней, период «всходы – молочно-восковая спелость» – 98–103 дня. Метелка по форме шире в верхней части, длиной 24–26 см. Листья зеленые, ланцетовидные, количество листьев –

12 шт., облиственность 38–45 %. Семена округлые, полуплоские, окраска колосковой чешуи темно-коричневая, окраска зерна светло-коричневая. Масса 1000 семян – 17–19 г. Содержание сырого протеина – 9,2 %, сбор переваримого протеина – 0,92 т/га, содержание сахаров в соке стеблей – 10,7 %.

Таблица 2
Характеристика показателей качества зеленой массы у сортов сорго сахарного, 2020–2022 гг.

Сорт	Содержание сырого протеина		Сбор переваримого протеина		Содержание сахаров	
	Среднее, %	V, %	Среднее, т/га	V, %	Среднее, %	V, %
Зерноградский янтарь, стандарт	7,6	4,6	0,56	20,1	13,5	6,4
Дебют	7,6	20,1	0,49	30,3	13,7	14,8
Южное	8,6	5,1	0,80	31,2	13,0	10,2
Феникс	9,2	14,2	0,92	17,4	10,7	7,1
ЗР-1/44	9,7	8,7	0,80	9,3	17,0	5,9
СК-44/1634	8,1	5,7	0,62	21,6	17,8	13,8
РС-124/19	8,7	11,6	0,75	22,9	17,8	9,8
ЗСР-441	8,4	11,3	0,61	51,4	16,0	19,5
КД-388	6,9	11,0	0,51	31,3	17,2	6,1
ДК-3868	6,6	18,1	0,50	15,4	17,7	18,8
Сахарное 105/3	6,0	10,2	0,42	14,3	16,3	19,9
ОК- 1798	7,9	18,0	0,61	15,3	12,2	6,3
Северная вишня	7,6	24,5	0,57	51,8	15,5	18,0
КЛ-12198/2	7,6	23,4	0,61	32,5	16,7	6,2
Амазанит 301	8,5	1,8	0,81	6,3	15,0	10,0
М	6,7	13,3	0,50	40,4	11,3	15,7
СТ-20	7,2	16,2	0,40	53,2	11,8	3,0
Среднее	7,8		0,61		15,0	
s	0,8		0,14		1,9	
V, %	12,5		23,1		15,3	

Table 2
Characteristics of green mass quality indicators of the sweet sorghum varieties, 2020–2022

Variety	Raw protein percentage		Digestible protein		Sugar content	
	Mean, %	V, %	Mean, т/га	V, %	Mean, %	V, %
Zernogradskiy yantar', standard	7.6	4.6	0.56	20.1	13.5	6.4
Debyut	7.6	20.1	0.49	30.3	13.7	14.8
Yuzhnoe	8.6	5.1	0.80	31.2	13.0	10.2
Feniks	9.2	14.2	0.92	17.4	10.7	7.1
ZR-1/44	9.7	8.7	0.80	9.3	17.0	5.9
SK-44/1634	8.1	5.7	0.62	21.6	17.8	13.8
RS-124/19	8.7	11.6	0.75	22.9	17.8	9.8
ZSR-441	8.4	11.3	0.61	51.4	16.0	19.5
KD-388	6.9	11.0	0.51	31.3	17.2	6.1
DK-3868	6.6	18.1	0.50	15.4	17.7	18.8
Sakharnoe 105/3	6.0	10.2	0.42	14.3	16.3	19.9
OK- 1798	7.9	18.0	0.61	15.3	12.2	6.3
Severnaya vishnya	7.6	24.5	0.57	51.8	15.5	18.0
KL-12198/2	7.6	23.4	0.61	32.5	16.7	6.2
Amazanit 301	8.5	1.8	0.81	6.3	15.0	10.0
M	6.7	13.3	0.50	40.4	11.3	15.7
ST-20	7.2	16.2	0.40	53.2	11.8	3.0
Average	7.8		0.61		15.0	
s	0.8		0.14		1.9	
V, %	12.5		23.1		15.3	

Показатели продуктивности сортов сорго сахарного, 2020–2022 гг.

Сорт	Урожайность						
	Зеленой массы на силос					Сухого вещества	
	2020	2021	2022	Среднее, т/га	V, %	Среднее, т/га	V, %
Зерноградский янтарь, стандарт	30	37	24	31	21,5	11,7	17,4
Дебют	29	32	21	27	20,3	10,2	14,1
Южное	34	41	30	35	16,3	14,6	25,9
Феникс	38	54	39	44	19,0	16,0	21,2
ЗР-1/44	38	42	40	40	7,3	13,2	17,9
СК-44/1634	39	36	22	32	27,7	12,4	27,7
РС-124/19	32	31	27	30	9,3	13,5	14,0
ЗСР-441	31	45	21	32	36,1	11,5	47,4
КД-388	25	37	29	31	20,3	11,5	22,7
ДК-3868	38	36	31	35	11,1	12,1	8,7
Сахарное 105/3	37	33	30	33	10,2	11,3	5,4
ОК-1798	39	47	30	39	23,0	12,4	7,3
Северная вишня	37	35	19	30	31,8	11,7	30,5
КЛ-12198/2	39	33	35	36	8,2	12,6	11,2
Амазанит 301	36	44	28	36	22,8	14,6	13,6
М	29	30	31	30	2,7	11,6	27,8
СТ-20	30	33	19	27	26,8	8,7	38,7
Среднее	34	38	27	33		12,3	
НСР ₀₅	4	5	3	4		1,7	
V, %	12,8	16,7	21,5	13,3		14,0	

Table 3
Indicators of sweet sorghum varieties' productivity, 2020–2022

Variety	Productivity						
	Green mass for silage					Dry matter	
	2020	2021	2022	Average, t/ha	V, %	Average, t/ha	V, %
Zernogradskiy yantar', standard	30	37	24	31	21.5	11.7	17.4
Debyut	29	32	21	27	20.3	10.2	14.1
Yuzhnoe	34	41	30	35	16.3	14.6	25.9
Feniks	38	54	39	44	19.0	16.0	21.2
ZR-1/44	38	42	40	40	7.3	13.2	17.9
SK-44/1634	39	36	22	32	27.7	12.4	27.7
RS-124/19	32	31	27	30	9.3	13.5	14.0
ZSR-441	31	45	21	32	36.1	11.5	47.4
KD-388	25	37	29	31	20.3	11.5	22.7
DK-3868	38	36	31	35	11.1	12.1	8.7
Sakharnoe 105/3	37	33	30	33	10.2	11.3	5.4
OK-1798	39	47	30	39	23.0	12.4	7.3
Severnaya vishnya	37	35	19	30	31.8	11.7	30.5
KL-12198/2	39	33	35	36	8.2	12.6	11.2
Amazanit 301	36	44	28	36	22.8	14.6	13.6
m	29	30	31	30	2.7	11.6	27.8
ST-20	30	33	19	27	26.8	8.7	38.7
Average	34	38	27	33		12.3	
LSD ₀₅	4	5	3	4		1.7	
V, %	12.8	16.7	21.5	13.3		14.0	

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Согласно проведенным ранее исследованиям, урожайность зеленой массы сорго сахарного находится в средней положительной зависимости с высотой растений ($0,62 \pm 0,05$) и длиной листа ($0,52 \pm$

$0,12$), слабой – с количеством листьев ($r = 0,29 \pm 0,07$). Этим объясняется значительное превосходство средне- и позднеспелых форм сорго сахарного над раннеспелыми, отличающихся не только более высокой облиственностью, но и размерами листо-

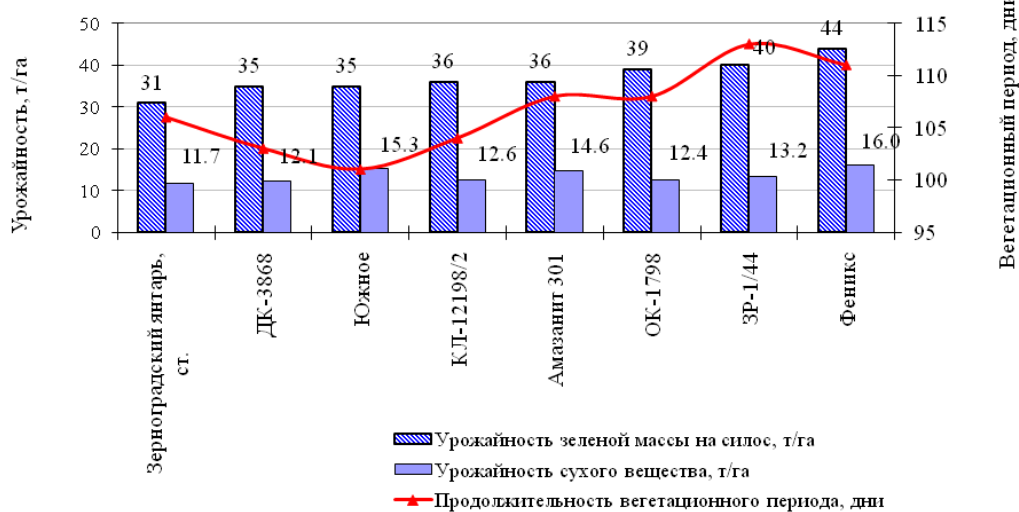


Рис. 1. Характеристика высокоурожайных сортов сорго сахарного, 2020–2022 г.

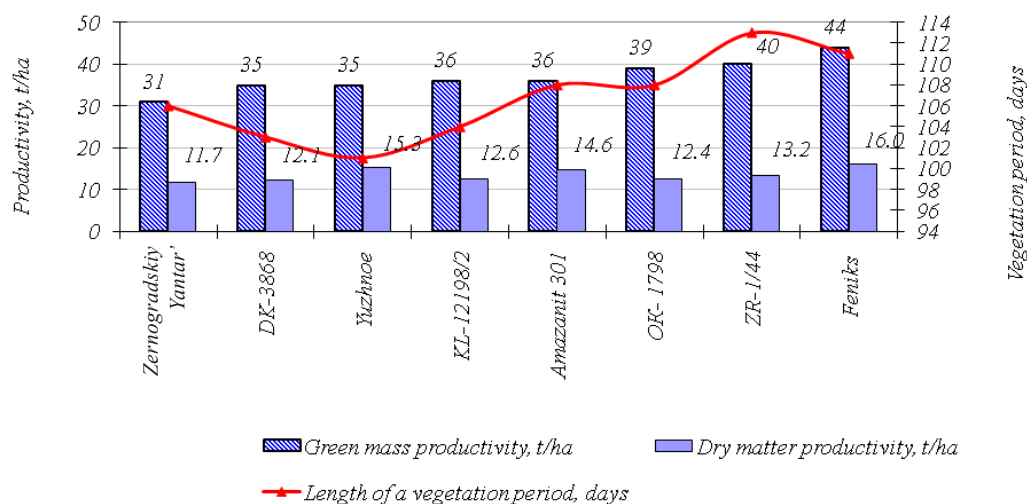


Fig. 1. Characteristics of the highly productive sweet sorghum varieties, 2020–2022

вой поверхности [12]. В результате проведенных исследований подтверждено, что рост урожайности происходит за счет увеличения продолжительности вегетационного периода. Так, среди сортов, превосходящих стандарт по урожайности, сорт ДК-3868 с продолжительностью вегетационного периода 103 дня сформировал 35 т/га зеленой массы, сорт Амазанит, созревающий на 108-й день после всходов, – уже 38 т/га, а сорт Феникс с периодом вегетации 111 дней – уже 44 т/га. В исследованиях Р. А. Биктимирова и др. [14] урожайность зеленой массы сорго зависела в большей степени от высоты растений (0,61). Согласно Војовић R. и др., отбор на урожайность зеленой массы сорго следует проводить по высоте растений и диаметру стебля [15].

Продолжительность вегетационного периода, высота растений, длина листа и количество листьев в данной работе проявили слабую изменчивость по сортам. Объясняется это тем, что к моменту передачи на конкурсное испытание сорта проходят отбор по этим признакам. Условия возделывания практически не оказывают влияния на признаки «про-

должительность периода вегетации» и «количество листьев».

По содержанию сырого протеина в сухом веществе зеленой массы сорта проявляли различную изменчивость данного признака по годам, что согласуется с исследованиями других ученых [6; 14; 16]. По содержанию сырого протеина и сбору переваримого протеина следует выделить сорта Южное (8,6 % и 0,80 т/га), Феникс (9,2 % и 0,92 т/га), Амазанит 301 (8,5 % и 0,81 т/га), превысившие стандарт на 0,9–1,6 % и 0,24–0,56 т/га соответственно.

Согласно данным Л. В. Римаревой и др., для получения спирта, сиропа необходимы сорта с высоким содержанием сахаров (более 15 %) [17]. Среди изученных сортов для этих целей подходят ЗР-1/44 (17,0 %), СК-44/1634 (17,8 %), РС-124/19 (17,8 %), ЗСР-441 (16,0 %), КД-388 (17,2 %), ДК-3868 (17,7 %), Северная вишня (15,5), КЛ-12198/2 (16,7 %). Выявлено, что наиболее благоприятные условия для повышения данного признака сложились в 2022 г. Год отличался высокими температурами воздуха в августе, когда происходит нали-

и созревание семян (средняя температура воздуха выше среднегодовой на 4,7 °С). Это согласуется с исследованиями А. Б. Капустина, в которых между содержанием сахаров и температурой воздуха наблюдалась положительная корреляция [6].

В результате оценки урожайности зеленой массы на силос за 2020–2022 гг. выявлены сорта с наибольшей стабильностью М ($V = 2,7\%$), ЗР-1/44 ($V = 7,3\%$), КЛ-12198/2 ($V = 8,2\%$), РС-124/19 ($V = 9,3\%$), Сахарное 105/3 ($V = 10,2\%$). Сорта Южное и Амазанит 301 превзошли стандарт Зерноградский янтарь по урожайности зеленой массы на

12,9 % и 22,5 % соответственно, сухого вещества – на 30,8 и 24,8 %, при этом они созревают одновременно (либо раньше) со стандартом Зерноградский янтарь (101 и 108 дней). Сорт Феникс сформировал максимальную урожайность зеленой массы и сухого вещества, превысив стандарт на 38,7 % и на 41,9 %, соответственно.

Сорта Феникс и Южное допущены к использованию по Северо-Кавказскому, Центрально-Черноземному и Нижне-Волжскому регионам РФ для использования на зеленую массу и силос.

Библиографический список

1. Седукова Г. В., Крестова Н. В., Подоляк С. Л. Питательная ценность зеленой массы сорго сахарного, сорго-суданского гибрида, суданской травы в Юго-Восточной части Беларуси // Земледелие и селекция в Беларуси. 2022. № 58. С. 249–255.
2. Копылов В. Л. Засухоустойчивые кормовые культуры на юге Беларуси // Наше сельское хозяйство. 2020. № 7 (231). С. 60–65.
3. Ковтунов В. В. Посевная площадь и урожайность сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3 (57). С. 47–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-47-49.
4. Biktimirov R. A., Nizaeva A. A., Shakirzyanov A. Kh., Sharipkulova Z. M. Analysis of Sudangrass collection cultivars in the Cis-Ural steppe of the Bashkortostan Republic // E3S Web of Conferences: International Conference “Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic” (EFSC2021). Doushanbe, Republic of Tadjikistan, 2021. Vol. 282. Article number 02008. DOI: 10.1051/e3sconf/202128202008.
5. Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Popov A. S. The indices of sorghum seed quality in dependence on ecological and geographical origin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Article number 012007. DOI: 10.1088/1755-1315/843/1/012007.
6. Kapustin S. I., Volodin A. B., Kapustin A. S., Samokish N. V. Evaluation of the quality of sweet sorghum fodder // Iraqi Journal of Agricultural Sciences. 2022. Vol. 53. No. 5. Pp. 1184–1189. DOI: 10.36103/ijas.v53i5.1632.
7. Бойко В. С., Тимохин А. Ю., Володин А. Б., Нижельский Т. Н. Потенциал продуктивности сорго сахарного в южной лесостепи Западной Сибири // Кормопроизводство. 2022. № 4. С. 29–33.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. Общая часть. Москва, 2019. 329 с.
9. Романюкин А. Е., Ковтунова Н. А., Шуршалин В. А., Ермолина Г. М. Изменчивость основных элементов продуктивности сахарного сорго // Зерновое хозяйство России. 2022. № 3. С. 69–75. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-69-76.
10. Юдин В. Н., Болдырева Л. Л., Бритвин В. В. Исследование самоопыленных форм сорго сахарного как исходного материала для создания гибридов в условиях Крыма // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 97. С. 150–154. DOI: 10.21515/1999-1703-97-150-154.
11. Ковтунова Н. А., Романюкин А. Е., Ковтунов В. В., Кравченко Н. С. Параметры адаптивности и изменчивости урожайности и качества зеленой массы суданской травы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 6. С. 58–62. DOI: 10.31857/2500-2082-2022/6/58-62.
12. Kapustin S. I., Kapustin A. S., Samokish N. V., Volodin A. B. Feed quality of new Sudan grass varieties // Journal Of Agriculture and Nature. 2022. Vol. 25. No. 2. Pp. 400–405. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.916295.
13. Kovtunova N., Kovtunov V., Popov A., Volodin A., Shishova E., Romanyukin A. Inheritance of the main quantitative traits in sweet sorghum hybrids F_1 . E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 175. Article number 01012. DOI: 10.1051/e3sconf/202027501012.
14. Биктимиров Р. А., Шакирзянов А. Х., Низаева А. А. Экологическая стабильность и пластичность кормового сорго в Республике Башкортостан // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 8. С. 46–49. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10810.
15. Vojović R., Popović V.M., Ikanović J., Živanović Lj., Rakašćan N., Popović S., Ugrenović V., Simić D. Morphological characterization of sweet sorghum genotypes across environments [e-source] // The Journal of Animal & Plant Sciences. 2019. Vol. 29 (3). Pp. 721–729. URL: <https://thejaps.org.pk/docs/v-29-03/11.pdf> (date of reference: 22.02.2023).
16. Кибальник О. П., Ефремова И. Г., Семин Д. ., Куколева С. С. Сахарное сорго для возделывания в засушливых регионах РФ // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2022. № 29 (192). С. 66–75.

17. Римарева Л. В., Сербя Е. М., Оверченко М. Б. [и др.] Комплексное использование сока стеблей сахарного сорго для получения этанола и кормовой белково-аминокислотной добавки // Пищевая промышленность. 2021. № 5. С. 56–61. DOI: 10.52653/PPI.2021.5.5.013.

Об авторах:

Александр Егорович Романюкин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID 0000-0003-4349-8489, AuthorID 683996; *sorgo.vniizk@mail.ru*

Наталья Александровна Ковтунова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID 0000-0003-0409-5855, AuthorID 691639; *n-beseda@mail.ru*

¹ Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Россия

Study of the promising sweet sorghum varieties

A. E. Romanyukin¹, N. A. Kovtunova¹✉

¹ Agricultural Research Center “Donskoy”, Zernograd, Russia

✉ E-mail: *n-beseda@mail.ru*

Abstract. Sweet sorghum in several large agricultural regions of the Russian Federation with unstable or insufficient moisture is becoming a real alternative to traditional feed grain crops. It has high adaptability and provides a stable green mass yield for silage. **The purpose** of the current work was to estimate and characterize promising sweet sorghum varieties developed by the ARC “Donskoy”. **Methodology:** the current study was carried out in the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy” from 2020 to 2022. The soil of the experimental plot was ordinary calcareous heavy loamy blackearth (chernozem). The objects of research were 17 new varieties being studied in the nursery of the competitive variety testing. **Scientific originality** lies in the study of morphological, biochemical, and productive indicators of the new promising sweet sorghum varieties; in identifying among them the most adaptive ones to the conditions of insufficient (or unstable) moisture in the North Caucasus. **Results.** During the study there was found out that when selecting varieties according to economically valuable traits, it should be taken into account that the growing conditions have no effect only on a vegetation period and a number of leaves are practically, other traits can change significantly. According to green mass productivity, the most stable samples were ‘M’ ($V = 2.7\%$), ‘ZR-1/44’ ($V = 7.3\%$), ‘KL-12198/2’ ($V = 8.2\%$), ‘RS-124/19’ ($V = 9.3\%$), ‘Sakharnoe 105/3’ ($V = 10.2\%$). The analysis of quality and productivity indicators there were identified the new sweet sorghum varieties ‘Yuzhnoe’, ‘Amazanit 301’ and ‘Feniks’. The identified varieties have exceeded the standard one on 4–13 t/ha of green mass, on 2.9–4.3 t/ha of dry matter, on 0.24–0.36 t/ha of digestible protein. The varieties ‘Feniks’ and ‘Yuzhnoe’, approved for use in the North Caucasus, the Central Blackearth and the Low-Volga regions of the Russian Federation, can be recommended for widespread introduction into agricultural production.

Keywords: sweet sorghum, breeding, variety, hybrid, productivity, green mass, dry matter.

For citation: Romanyukin A. E., Kovtunova N. A. Izuchenie perspektivnykh sortov sorgo sakharnogo [Study of the promising sweet sorghum varieties] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 07 (236). Pp. 22–31. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-22-31. (In Russian.)

Date of paper submission: 20.02.2023, **date of review:** 06.03.2023, **date of acceptance:** 13.06.2023.

References

1. Sedukova G. V., Kristova N. V., Podolyak S. L. Pitatel'naya tsennost' zelenoy massy sorgo sakharnogo, sorgo-sudankovogo gibrida, sudanskoy travy v Yugo-Vostochnoy chasti Belarusi [Nutritional value of green mass of sweet sorghum, sorghum-sudangrass hybrid and sudan grass in the south eastern part of Belarus] // Arable Farming and Plant Breeding in Belarus. 2022. No. 58. Pp. 249–255. (In Russian.)
2. Kopylovich V. L. Zasukhoustoychivye kormovye kul'tury na yuge Belarusi [Drought-resistant feed crops in the south of Belarus] // Nashe sel'skoe khozyaystvo. 2020. No. 7 (231). Pp. 60–65. (In Russian.)
3. Kovtunov V. V. Posevnaya ploshchad' i urozhaynost' sorgo zernovogo [Sown area and productivity of grain sorghum] // Grain Economy of Russia. 2018. No. 3 (57). Pp. 47–49. (In Russian.)

4. Biktimirov R. A., Nizaeva A. A., Shakirzyanov A. Kh., Sharipkulova Z. M. Analysis of Sudangrass collection cultivars in the Cis-Ural steppe of the Bashkortostan Republic // E3S Web of Conferences: International Conference “Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic” (EFSC2021). Doushanbe, Republic of Tadjikistan, 2021. Vol. 282. Article number 02008. DOI: 10.1051/e3sconf/202128202008.
5. Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Popov A. S. The indices of sorghum seed quality in dependence on ecological and geographical origin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Article number 012007. DOI: 10.1088/1755-1315/843/1/012007.
6. Kapustin S. I., Volodin A. B., Kapustin A. S., Samokish N. V. Evaluation of the quality of sweet sorghum fodder // Iraqi Journal of Agricultural Sciences. 2022. Vol. 53. No. 5. Pp. 1184–1189. DOI: 10.36103/ijas.v53i5.1632.
7. Boyko V. S., Timokhin A. Yu., Volodin A. B., Nizhelsky T. N. Potentsial produktivnosti sorgo sakharnogo v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [Potential of sweet sorghum productivity in the southern forest-steppe of Western Siberia] // Fodder Production. 2022. No. 4. Pp. 29–33. (In Russian.)
8. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyaystvennykh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of Agricultural Crops]. Issue 1. General Part. Moscow, 2019. 329 p. (In Russian.)
9. Romanyukin A. E., Kovtunova N. A., Shurshalin V. A., Ermolina G. M. Izmenchivost' osnovnykh elementov produktivnosti sakharnogo sorgo [Variability of the main elements of sweet sorghum productivity] // Grain Economy of Russia. 2022. No. 3. Pp. 69–75. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-69-76. (In Russian.)
10. Yudina V. N., Boldyreva L. L., Britvin V. V. Issledovanie samoopylenykh form sorgo sakharnogo kak iskhodnogo materiala dlya sozdaniya gibridov v usloviyakh Kryma [Investigation of self-pollinated forms of sweet sorghum as the parent material for the creation of hybrids in the conditions of Crimea] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. No. 97. Pp. 150–154. DOI: 10.21515/1999-1703-97-150-154. (In Russian.)
11. Kovtunova N. A., Romanyukin A. E., Kovtunov V. V., Kravchenko N. S. Parametry adaptivnosti i izmenchivosti urozhaynosti i kachestva zelenoy massy sudanskoj travy [Parameters of adaptability and variability of green mass productivity and quality of Sudan grass] // Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2022. No. 6. Pp. 58–62. DOI: 10.31857/2500-2082-2022/6/58-62. (In Russian.)
12. Kapustin S. I., Kapustin A. S., Samokish N. V., Volodin A. B. Feed quality of new Sudan grass varieties // Journal Of Agriculture and Nature. 2022. Vol. 25. No. 2. Pp. 400–405. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.916295.
13. Kovtunova N., Kovtunov V., Popov A., Volodin A., Shishova E., Romanyukin A. Inheritance of the main quantitative traits in sweet sorghum hybrids F₁. E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 175. Article number 01012. DOI: 10.1051/e3sconf/202027501012.
14. Biktimirov R. A., Shakirzyanov A. Kh., Nizaeva A. A. Ekologicheskaya stabil'nost' i plastichnost' kormovogo sorgo v Respublike Bashkortostan [Environmental stability and adaptability of feed sorghum in the Republic of Bashkortostan] // Achievements of Science and Technology of the AIC. 2019. Vol. 33. No. 8. Pp. 46–49. (In Russian.)
15. Bojović R., Popović V.M., Ikanović J., Živanović Lj., Rakašćan N., Popović S., Ugrenović V., Simić D. Morfological characterization of sweet sorghum genotypes across environments [e-source] // The Journal of Animal & Plant Sciences. 2019. Vol. 29 (3). Pp. 721–729. URL: <https://thejaps.org.pk/docs/v-29-03/11.pdf> (date of reference: 22.02.2023).
16. Kibalnik O. P., Efremova I. G., Semin D. S., Kukoleva S. S. Sakharnoe sorgo dlya vozdelevaniya v zasushlivykh regionakh RF [Sweet sorghum for cultivation in the arid regions of the Russian Federation] // Transactions of Taurida Agricultural Science. 2022. No. 29 (192). Pp. 66–75. (In Russian.)
17. Rimareva L. V., Serba E. M., Overchenko M. B. Kompleksnoe ispol'zovanie soka stebly sakharnogo sorgo dlya polucheniya etanola i kormovoy belkovo-aminokislотноy dobavki [Comprehensive use of sweet sorghum stalk sap for obtaining ethanol and feed protein-amino acid supplement] // Food Industry. 2021. No. 5. Pp. 56–61. (In Russian.)

Authors' information:

Aleksandr E. Romanyukin¹, candidate of agricultural sciences, researcher of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, ORCID 0000-0003-4349-8489, AuthorID 683996; sorgo.vniizk@mail.ru
 Natalya A. Kovtunova, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, ORCID 0000-0003-0409-5855, AuthorID 691639; n-beseda@mail.ru

¹ Agricultural Research Center “Donskoy”, Zernograd, Russia