

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-91-102>

УДК [633.62:631.5](470.44/47)

© 2023

Поступила 27.02.2023

Received 27.02.2023



Принята в печать 20.03.2023

Accepted 20.03.2023

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА НАКОПЛЕНИЕ САХАРОВ В СТЕБЛЯХ САХАРНОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Елена Н. Ефремова^{1*}, Александр И. Беляев², Николай Ю. Петров¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»; пр. Университетский, д. 26, г. Волгоград, 400002, Российская Федерация

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»; пр. Университетский, д. 97, г. Волгоград 400002, Российская Федерация

Аннотация. Сахарное сорго используется преимущественно на зеленый корм, сенаж и силос. Накопление сахаров происходит в течение всего вегетационного периода. Актуальностью исследования является выявление высокоурожайного сорта или гибрида сахарного сорго, содержащего большое количество сахаров, используемого в дальнейшем для изготовления кормов. Цель исследования: проведение оценки влияния агротехнических приемов на кормовую оценку сахарного сорго. Задачи: рассмотреть динамику накопления сахаров в стеблях сахарного сорго; рассчитать выход сахара из стеблей сахарного сорго; определить биохимический состав и валовую энергию зеленой массы сахарного сорго. Опыт трехфакторный в четырехкратной повторности. Опытные поля размещались в ООО АКХ «Кузнецовская» Иловлинского района. Период проведения исследований 2009...2015 гг. Исследованиями было предусмотрено изучение питательной ценности сахарного сорго (сырой протеин, жир, белок, сахар, БЭВ). При определении динамики накопления сахарного сорго лучший показатель был в варианте совместного применения биостимулятора роста Лигногумат и минерального удобрения на гибриде Славянское приусадебное. По отвальной обработке почвы среднее накопление сахаров на данном гибриде варьировало в пределах от 5,5 до 18,4% сухого вещества, по нулевой обработке – от 6,1 по 18,65%. На количество выхода сахара влияла урожайность и концентрация сахаров в стеблях. Наибольшее содержание было на гибриде Славянское приусадебное. По отвальной и нулевой обработкам почвы лучший вариант был на фоне совместного применения биостимулятора роста и минерального удобрения, составив 11,3 и 13,3 т/га соответственно. При дальнейшем определении биохимического состава сорго наилучшие показатели по содержанию сырого протеина, жира, клетчатки и золы были на сорте Дебют. На сорте Славянское

поле ВС и гибриде Славянское приусадебное данные показатели имели средние значения. Количество безазотистых экстрактивных веществ содержалось больше на гибриде Славянское приусадебное, составив в среднем 64,9%.

Ключевые слова: сахарное сорго, нулевая обработка почвы, биостимулятор роста, накопление сахаров, фазы развития, безазотистые экстрактивные вещества, сырой протеин, сырой жир, валовая энергия

Для цитирования: Ефремова Е.Н., Беляев А.И., Петров Н.Ю. Влияние агротехнических приемов на накопление сахаров в стеблях сахарного сорго в условиях Нижнего Поволжья // Новые технологии / New technologies. 2023. Т. 19, № 1. С. 91-102. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-91-102>

THE INFLUENCE OF AGROTECHNICAL TECHNIQUES ON THE ACCUMULATION OF SUGARS IN THE STEMS OF SUGAR SORGHUM IN THE CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION

Elena N. Efremova^{1*}, Alexander I. Belyaev², Nikolai Yu. Petrov¹

¹*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Volgograd State Agrarian University»;
26 Universitetsky Ave., Volgograd, 400002, the Russian Federation*

²*Federal State Budget Scientific Institution «the Federal Scientific Center for Agroecology,
Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»;
97 Universitetsky Ave., Volgograd 400002, the Russian Federation*

Abstract. Sugar sorghum is mainly used for green fodder, haylage and silage. The accumulation of sugars occurs throughout the growing season. The relevance of the study is to identify a high-yielding variety or hybrid of sugar sorghum containing a large amount of sugars, which are later used for the manufacture of feed. The purpose of the study: to assess the impact of agrotechnical techniques on the feed evaluation of sugar sorghum. Tasks: to consider the dynamics of the accumulation of sugars in the stems of sugar sorghum; to calculate the yield of sugar from the stems of sugar sorghum; to determine the biochemical composition and gross energy of the green mass of sugar sorghum. The experience is three-factor in four-fold repetition. The experimental fields were located in the LLC “Kuznetsovskaya” Agricultural Complex of the Ilovlinisky district. The research period is 2009...2015. The research provided for the study of the nutritional value of sugar sorghum (crude protein, fat, protein, sugar, BEV). When determining the dynamics of the accumulation of sugar sorghum, the best indicator was on the variant of the joint use of the biostimulator of growth Lignohumate and mineral fertilizer on the hybrid Slavyansk homestead. For dump tillage, the average accumulation of sugars on this hybrid varied from 5.5 to 18.4% of dry matter, for zero tillage – 6.1 to 18.65%. The amount of sugar yield was influenced by the yield and concentration of sugars in the stems. The largest content was on the hybrid Slavic household. For dump and zero tillage, the best option was against the background of the combined use of a growth biostimulator and mineral fertilizer, amounting to 11.3 and 13.3 t/ha, respectively. When further determining the biochemical composition of sorghum, the best indicators for the content of crude protein, fat, fiber and ash were on the Debut variety. On the Slavic field VS variety and the Slavic homestead hybrid, these indicators had average values. The amount of nitrogen-free extractive substances contained more on the Slavic homestead hybrid, averaging 64.9%.

Keywords: sugar sorghum, zero tillage, biostimulator of growth, accumulation of sugars, development phases, nitrogen-free extractives, crude protein, crude fat, gross energy

For citation: Efremova E.N., Belyaev A.I., Petrov N.Yu. *The influence of agrotechnical techniques on the accumulation of sugars in the stems of sugar sorghum in the conditions of the Lower Volga Region // New technologies. 2023. V. 19, No. 1. P. 91-102. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-91-102>*

Способность растений сорго накапливать в соке стеблей большое количество растворимых сахаров расширяет потенциальные возможности этой культуры как источника сырья для производства кормового и пищевого сахара [1; 2; 3].

В зависимости от сорта изменяется интенсивность накопления сахарозы. Меняется в зависимости от сорта и фазы развития максимальное содержание сахаров.

Начиная с момента выбрасывания метелки количественно преобладающим сахаром становится сахароза, содержание которой возрастает до конца вегетационного периода [4; 5]. Накопление сахарозы идет в течение всего периода созревания.

Несмотря на разработку эффективных технологий приготовления сена, сенажа, травяной муки, брикетов и гранул, силосование остается одним из распространенных, доступных и надежных способов заготовки сочных кормов. Хорошо приготовленная зеленая масса отличается стойкостью при хранении и не теряет кормовой и питательной ценности в течение нескольких лет. Доброкачественный силос обладает ценными свойствами, содержит ферменты, витамины и почти все другие питательные вещества, присущие зеленой траве [6; 7].

Фракция безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) включает все органические вещества корма, не учтенные при определении сырого протеина, сырой клетчатки и сырого жира. Содержание БЭВ в рационе существенно влияет на продуктивность животных.

Актуальность рассматриваемой нами проблемы возрастает в связи с массовым

внедрением во многих зерносеющих регионах страны нулевой обработки почвы. Совершенствование технологического приема системы орошаемого земледелия в данном ключе, направленного на минимализацию затрат, сохранения почвенного плодородия, своевременно и актуально.

Цель исследования. Провести оценку влияния агротехнических приемов на кормовую оценку сахарного сорго.

Задачи:

- рассмотреть динамику накопления сахаров в стеблях сахарного сорго;
- рассчитать выход сахара из стеблей сахарного сорго;
- определить биохимический состав и валовую энергию зеленой массы сахарного сорго.

Методы исследования. В полевом многолетнем стационарном опыте, заложенном осенью 2008 года, было изучено возделывание сахарного сорго по отвалной (рекомендованной научными учреждениями региона) и нулевой обработке почвы. Внедрение нулевой обработки почвы – сложный долгий процесс, первые результаты которого заметны только через 5...7 лет. Одна и та же обработка проводилась в течение исследуемого периода. В связи с тем, что область, в которой проводили исследования, относится к засушливым, с резко выраженной континентальностью, было принято решение закладывать опыты с применением капельного орошения.

Предшественником сахарного сорго была озимая пшеница. Опыт трехфакторный в четырехкратной повторности. Опытные поля размещались в ООО АКХ «Кузнецовская» Иловлинского района,

находящиеся в 50 км на север от Волгограда. Период проведения исследований 2009...2015 гг.

Фактор А – являются варианты:
 А₁: контроль – отвальная обработка почвы.

Фактор В	
V ₁	Дебют (контроль)
V ₂	Славянское поле ВС
V ₃	Славянское приусадебное
Фактор С	
C ₁	Контроль (без биостимулятора и минеральных удобрений)
C ₂	Лигногумат*
C ₃	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀ **
C ₄	Лигногумат+N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀

* обработка семян сахарного сорго перед посевом биостимулятором Лигногумат 1%, расход рабочего раствора – 10 л/т семян (100 г/т).

** удобрения вносили в виде нитрофоски (N₃₂P₃₂K₃₂) одновременно с посевом, оставшаяся часть в период вегетации растений с поливной водой. Внесение удобрений было расчетным на планируемую урожайность.

А₂: нулевая обработка почвы.

Фактор В – сорта расположены методом расщепления в каждом соответствующем блоке и представлены:

Фактор С – биостимулятор и минеральное удобрение, для повышения полевой всхожести и повышения роста вносились в начальные этапы развития.

Лигногумат – высокоэффективное и технологичное гуминовое удобрение с микроэлементами в хелатной форме со свойствами стимулятора роста и антистрессанта. Лигногумат обладает широким спектром действия на растения. Его свойства проявляются на всех основных сельскохозяйственных культурах и сочетают в себе свойства удобрения, регулятора роста растений и антистрессанта.

Определение сахаров в стеблях сахарного сорго проводили с помощью рефрактометра. Сок из стебля изымали между вторым и третьим междоузлиями. При оценке качества зеленой массы при заготовке на силос учитываются показатели, определяющие энергетическую ценность (протеин, жир, клетчатка, зола, БЭВ). Содержание сахарного сорго

определяет высокие показатели в заключительном звене зеленого конвейера.

Накопление сахаров растениями сахарного сорго определяли расчетным путем по следующей формуле:

$$C = AxV/100, \quad (1)$$

где: С – накопление сахаров, %;

А – урожай стеблей при фактической влажности, т/га;

В – концентрация сахаров в соке стеблей, т/га.

Выход валовой энергии надземной биомассы и зерна сахарного сорго определяли согласно методике, по формуле:

$$Y=23,60 \cdot z_1 (\text{протеин}) + 39,65 \cdot z_2 (\text{жир}) + 17,59 \cdot z_3 (\text{клетчатка}) + 16,96 \cdot z_4 (\text{БЭВ}), \quad (2)$$

где: Z_n – значение параметра.

Результаты. С момента выбрасывания метелки и до конца цветения наблюдали сравнительно слабое увеличение сахарозы, при этом главным образом за счет уменьшения моносахаридов, в результате чего общая сумма сахаров за этот период оставалась почти без изменения. Следующая стадия – цветение – характеризовалась

Таблица 1

Динамика накопления сахаров в стеблях сахарного сорго, % сухое вещество
 (среднее за 2009...2015 гг.)

Table 1

Dynamics of sugar accumulation in sweet sorghum stems,
 % dry matter (average for 2009...2015)

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Кущение	Выме- тывание	Цве- тение	Молочная спелость	Восковая спелость
Отвальная обработка	Сорт Дебют	Контроль	3,2	7,9	11,5	13,2	14,2
		Лигногумат	3,6	8,3	12,1	13,9	14,7
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	3,5	8,1	11,8	13,5	14,5
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	3,8	8,6	12,4	14,1	15,2
	Сорт Славянское поле ВС	Контроль	4,6	12,3	14,7	15,9	16,4
		Лигногумат	5,0	13,0	15,2	16,5	16,9
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	4,8	12,7	14,9	16,1	16,7
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	5,1	13,4	15,4	16,6	17,3
	Гибрид Славянское приусадебное	Контроль	5,1	13,2	15,2	17,1	18,1
		Лигногумат	5,6	13,8	15,8	17,8	18,4
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	5,5	13,5	15,5	17,5	18,3
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	5,8	14,0	16,1	18,0	18,8
Нулевая обработка почвы	Сорт Дебют	Контроль	3,5	8,1	11,8	13,7	14,4
		Лигногумат	3,9	8,6	12,4	14,0	14,8
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	3,7	8,5	12,3	14,0	14,6
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	4,1	9,0	12,8	14,4	15,5
	Сорт Славянское поле ВС	Контроль	4,7	12,5	15,2	16,4	16,8
		Лигногумат	4,9	13,7	15,7	16,7	17,5
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	4,9	13,5	15,6	16,8	17,3
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	5,2	14,3	16,1	17,5	18,1
	Гибрид Славянское приусадебное	Контроль	5,7	13,8	15,7	17,5	18,3
		Лигногумат	6,3	14,3	16,3	17,8	18,5
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	5,9	14,1	15,9	17,9	18,5
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	6,5	14,8	16,6	18,7	19,3

чрезвычайно резким подъемом кривой накопления сахарозы. Прирост общего сахара происходил исключительно за счет очень быстрого увеличения количества сахарозы [8; 9]. В дальнейшем, по мере

созревания семян происходило более слабое увеличение сахарозы, а также и суммы сахаров (таблица 1).

В динамике накопления сахаров в стебле сахарного сорго по фазам

развития наблюдали постепенное увеличение в каждой фазе. В опыте по отвальной обработке почвы лучшие показатели по накоплению сахаров были на гибриде Славянское приусадебное в варианте совместного применения биостимулятора роста и минерального удобрения – 18,8%. На сорте Славянское

поле ВС накопление сахаров составило 17,3%.

По нулевой обработке почвы на гибриде Славянское приусадебное накопление сахаров по фазам развития происходило с увеличением с 5,7 до 19,3%, в зависимости от воздействия биостимулятора роста и минерального удобрения.

Таблица 2

Расчетный выход сахара из стеблей сахарного сорго в фазу восковой спелости, т/га (среднее за 2009...2015 гг.)

Table 2

Estimated yield of sugar from sugar sorghum stems in the phase of wax ripeness, t/ha (average for 2009...2015)

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Масса стеблей, т/га	Накопление сахаров в стебле, %	Выход сахара, т/га
Отвальная обработка	Сорт Дебют	Контроль	33,5	14,2	4,8
		Лигногумат	37,2	14,7	5,5
		$N_{120}P_{80}K_{50}$	36,8	14,5	5,3
		Лигногумат + $N_{120}P_{80}K_{50}$	40,1	15,2	6,1
	Сорт Славянское поле ВС	Контроль	41,5	16,4	6,8
		Лигногумат	44,9	16,9	7,6
		$N_{120}P_{80}K_{50}$	46,7	16,7	7,8
		Лигногумат + $N_{120}P_{80}K_{50}$	51,3	17,3	8,9
	Гибрид Славянское приусадебное	Контроль	52,4	18,1	9,5
		Лигногумат	55,3	18,4	10,2
		$N_{120}P_{80}K_{50}$	57,1	18,3	10,4
		Лигногумат + $N_{120}P_{80}K_{50}$	60,1	18,8	11,3
Нулевая обработка почвы	Сорт Дебют	Контроль	36,8	14,4	5,3
		Лигногумат	40,1	14,8	5,9
		$N_{120}P_{80}K_{50}$	42,3	14,6	6,2
		Лигногумат + $N_{120}P_{80}K_{50}$	45,8	15,5	7,1
	Сорт Славянское поле ВС	Контроль	47,6	16,8	8,0
		Лигногумат	49,2	17,5	8,6
		$N_{120}P_{80}K_{50}$	50,3	17,3	8,7
		Лигногумат + $N_{120}P_{80}K_{50}$	57,9	18,1	10,5
	Гибрид Славянское приусадебное	Контроль	54,7	18,3	10,0
		Лигногумат	60,1	18,5	11,1
		$N_{120}P_{80}K_{50}$	62,5	18,5	11,6
		Лигногумат + $N_{120}P_{80}K_{50}$	68,9	19,3	13,3

В варианте комплексного применения Лигногумата и минерального удобрения накопление сахаров увеличивалось с 6,5% на фазе кущения до 19,3% на фазе восковой спелости. Сорт Дебют имел самые низкие показатели по накоплению сахаров, которые возрастали по фазам развития с 3,8 до 14,8% от влияния агротехнических приемов. Накопление сахаров в стеблях сахарного сорго гибрида Славянское поле ВС имело средние данные.

Аббас О.М.Т. заметил, что «...снижение и повышение накопления сахаров растениями сахарного сорго напрямую зависело от урожайности стеблей. Стебли являются основным источником сахаристых веществ у всех сортов сахарного сорго. Можно также отметить, что способность к сахаронакоплению на единицу площади у изучаемых сортов была разная и зависела от биологических особенностей...» [10].

Известно, что содержание сахаров в стебле сахарного сока варьирует в течение всего вегетационного периода. Накопление сахаров в стебле начиналось с фазы кущения, наибольшее накопление сахаров по нашим исследованиям происходило в период кущение – выметывание. Накопление сахаров в стебле увеличивается в течение всей вегетации и достигает пика накопления в фазу восковой спелости [11; 12].

В таблице 2 приведены данные расчетного выхода сахара из стеблей сахарного сорго.

Расчетный выход сахара зависел от урожайности стеблей и концентрации сахаров в стеблях. На почвах, обработанных по отвальной обработке почвы, на сорте Дебют лучшие показатели по выходу сахара были в варианте совместного применения биостимулятора роста и удобрения – 6,1 т/га. На контроле данного сорта показатель составил 4,8 т/га. Расчетный выход сахара на гибриде Славянское приусадебное в варианте отвальной обработки почвы при совместном применении

биостимулятора роста и удобрения составил 11,3 т/га.

По нулевой обработке почвы средние значения на гибриде Славянское приусадебное по расчетному выходу сахара изменялись с 10,0 до 13,3 т/га, в зависимости от влияния биостимулятора роста и удобрения. На сорте Дебют содержание выхода сахара во всех вариантах было в два раза меньше, что связано с урожайностью стеблей и содержанием сахаров в стеблях сахарного сорго. Данная тенденция заметна на обеих обработках почвы.

На сорте Славянское поле ВС показатель выхода сахара имел средние значения, показатель изменялся с 6,8 до 8,9 т/га по отвальной обработке, с 8,0 до 10,5 т/га – по нулевой обработке почвы.

Высокие показатели на гибриде Славянское приусадебное были связаны с высокими значениями массы стеблей и накопления сахаров в стеблях. Гибрид Славянское приусадебное относится к высокосахаристому и высокоурожайному гибриду.

Сахар, выработанный из стеблей сорго, по собственному составу превосходит сахара, переработанные из свеклы и тростника, так как, не считая сахарозы, имеет еще фруктозу и глюкозу. Сироп, выработанный из сахарного сорго, содержит: Са, Р, Mg, К, Na, Cu, Zn, Со, Mn, Fe, S, до 3% протеина, все незаменимые аминокислоты, витамины В₁, В₂, РР, Е и С. Такой сироп можно использовать не только на кормовые, но и на пищевые цели.

Химический состав питательной ценности зеленой массы сахарного сорго представлен в таблице 3. К группе безазотистых экстрактивных веществ относятся сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, лактоза), крахмал, инулин, гемицеллюлозы (пентозаны – производные пентоз и гексозаны, образованные гексозами), пектиновые вещества и сходные с ними слизи и камеди, а также лигнин, гликозиды, дубильные вещества, некоторые пигменты растений.

Влияние агротехнических факторов на биохимический состав и валовую энергию
зеленой массы сахарного сорго (среднее за 2009...2015 гг.)

Table 3

Influence of agrotechnical factors on biochemical composition and gross energy
of sweet sorghum green mass (average for 2009...2015)

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Биохимический состав, %					Энергия валовая, Мдж/га
			сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	сырая зола	БЭВ	
Отвальная обработка	Сорт Дебют	Контроль	7,9	3,5	30,1	6,3	52,2	1739,99
		Лигногумат	8,0	3,6	30,3	6,3	51,8	1743,05
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	8,1	3,6	30,0	6,4	51,9	1741,82
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	8,2	3,7	30,3	6,5	51,3	1743,25
	Сорт Славянское поле ВС	Контроль	5,8	2,7	24,8	4,7	62,1	1733,38
		Лигногумат	5,9	2,9	25,1	4,8	61,3	1735,38
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	6,1	3,1	25,4	4,8	60,6	1741,44
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	6,2	3,4	25,6	4,9	59,9	1747,34
	Гибрид Славянское приусадебное	Контроль	6,7	2,1	19,8	5,2	66,2	1712,42
		Лигногумат	6,9	2,5	20,1	5,4	65,1	1719,62
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	7,1	2,4	20,4	5,5	64,6	1717,17
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	7,3	2,7	20,5	5,7	63,8	1721,98
Нулевая обработка почвы	Сорт Дебют	Контроль	8,2	3,6	30,4	6,4	51,4	1742,74
		Лигногумат	8,3	3,8	30,6	6,5	50,8	1746,37
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	8,4	3,8	30,2	6,7	50,9	1743,39
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	8,6	3,9	30,7	6,8	50,0	1745,61
	Сорт Славянское поле ВС	Контроль	6,0	2,8	25,4	4,5	61,3	1739,05
		Лигногумат	6,1	3,0	25,6	4,6	60,7	1742,69
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	6,2	3,3	25,7	4,6	60,2	1750,22
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	6,4	3,5	25,9	4,7	59,5	1754,52
	Гибрид Славянское приусадебное	Контроль	6,9	2,2	20,0	4,9	66,0	1721,23
		Лигногумат	6,9	2,4	20,2	5,0	65,5	1724,20
		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	7,2	2,5	20,5	5,2	64,6	1725,26
		Лигногумат + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₅₀	7,4	2,9	20,7	5,3	63,7	1734,09

Содержание безазотистых экстрактивных веществ кормов определяли вычитанием из общей массы питательных веществ (100%) содержания сырого протеина, жира, клетчатки, золы и воды.

В таблице 3 рассмотрели биохимический состав зеленой массы сахарного сорго. По отвальной обработке почвы наибольшее количество сырого протеина, сырого жира, клетчатки и золы содержалось в сорте Дебют. БЭВ на данном сорте было меньше, чем в других образцах, т.к. данный показатель получается расчетным путем. Количество сырого протеина на сорте Дебют в варианте совместного применения биостимулятора роста и удобрения составил 8,2%, сырой жир – 3,7%, сырая клетчатка – 30,3%, сырая зола – 6,5%.

На сорте Славянское поле ВС и гибрида Славянское приусадебное содержание сырого протеина изменялось в пределах от 5,8 до 7,3%, сырого жира – 2,1...3,4%, сырой клетчатки – 19,8...25,6%, сырой золы – 4,7...5,7%, БЭВ – 59,9...66,2%.

По нулевой обработке почвы на сорте Дебют на контроле количество сырого протеина составило 8,2%, сырого жира – 3,6%, сырой клетчатки – 30,4%, сырой золы – 6,4%, БЭВ – 51,4%.

На фоне комплексного применения биостимулятора роста и удобрения на сорте Дебют количество сырого протеина было – 8,6%, сырого жира – 3,9%, сырой клетчатки – 30,7%, сырой золы – 6,8%, БЭВ – 50,0%.

На сорте Славянское поле ВС и гибриде Славянское приусадебное по биохимическому составу и энергии зеленой массы были средние показатели, по нулевой обработке почвы были выше в среднем на 0,1...0,3%, чем по отвальной обработке почвы.

Несмотря на высокие показатели по биохимическому составу на сорте Дебют по отвальной и нулевой обработках почвы, гибрид Славянское приусадебное содержал безазотистых экстрактивных веществ больше, чем другие сорта.

Высокая сахаристость сорго (16...25% водорастворимых сахаров в соке стебля) позволяет ликвидировать дефицит сахаров в рационе и поддерживать высокую молочную продуктивность. При этом следует учитывать, что стебли сорго значительно толще стеблей других трав и требуют тщательного измельчения. Как было написано выше, БЭВ в своем составе содержит сахара, за счет самого высокого содержания сахаров в стеблях гибрида Славянского приусадебного показатель безазотистых экстрактивных веществ был самый высокий. На кормовую ценность зеленой массы оказывал влияние химический состав силосуемого материала, чем больше в нем содержится сухих веществ, тем выше питательная ценность силосуемой массы.

Заключение. Таким образом, накопление сахаров в стеблях сахарного сорго происходило в течение всей вегетации. Наибольшее содержание сахаров было в фазу восковой спелости на гибриде Славянского приусадебного. Сочность и сахаристость стебля сахарного сорго зависели от сорта, биологических особенностей и урожайности. Определение расчетного выхода сахара проводили в фазу восковой спелости зерна. На выход сахара оказывала влияние урожайность и накопление сахаров в стебле. Самые лучшие показатели были на гибриде Славянское приусадебное при применении биостимулятора роста и минерального удобрения на обеих обработках почвы. На фоне нулевой обработки почвы при комплексном применении биостимулятора роста Лигногумата и минерального удобрения в дозировке $N_{120}P_{80}K_{50}$ расчетные показатели выхода сахара составили 13,3 т/га.

Во время уборки сорго на зеленую массу в период восковой спелости обеспечивалось лучшее сочетание высокого урожая абсолютно сухого вещества с оптимальным количеством сахаров и влаги, что делало зеленую массу по качеству близким к кукурузному. Высокая сахаристость сорго позволяет

ликвидировать дефицит сахаров в рационе и поддерживать высокую продуктивность. Все испытанные сорта и гибриды сахарного сорго имели достаточно высокие кормовые качества зеленой массы.

Все отобранные образцы превышали стандарт по выходу кормовых единиц и сырого протеина, что характеризует их как высокопотенциальные для использования на зеленый корм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сорго сахарное степное / Вернидубов И.С. [и др.] // Научно-агрономический журнал. 2015. № 2 (97). С. 48–49.
2. Ионова Л.П. Влияние густоты стояния на накопление сахаров в соке стеблей сахарного сорго в условиях Аридной зоны // Успехи современного естествознания. 2011. № 5. С. 82–84.
3. Малиновский Б.Н. Сорговый сахар России // Тезисы докладов на Международной научно-практической конференции во Всероссийском НИИ сорго и других зерновых культур. Селекция. Семеноводство. Технология возделывания и переработка сорго. Зеленоград, 1999. С. 61–62.
4. Урожайность и качество зеленой массы сортов сахарного сорго в АНЦ «Донской» / Романюкин А.Е. [и др.] // Роль современной селекции и агротехники в мерах борьбы с засухой: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 140летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ П.Н. Константинова. Казань: Бук, 2017. С. 47–53.
5. Петров Н.Ю., Ефремова Е.Н., Аббас О.М.Т. Накопление сахаров в стеблях сахарного сорго при различной густоте стояния // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 2, № 34-1. С. 30–31.
6. Ефремова Е.Н. Кормовая оценка сахарного сорго // Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения ученого-агрохимика, заслуженного деятеля науки России, заслуженного работника высшей школы России, заслуженного деятеля науки и техники Северной Осетии, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Созырко Хасанбековича Дзанагова. Ульяновск, 2017. С. 149–151.
7. Муслимов М.Г. Роль новых сортов сахарного и зернового сорго в укреплении кормовой базы в условиях республики Дагестан // Проблемы развития АПК региона. 2017. Т. 32, № 4 (32). С. 89–92.
8. Сахарное сорго – альтернатива сахаристых веществ в производстве карамели / Сапронова Л.А. [и др.] // Вопросы питания. 2016. Т. 85, № 2. С. 213–216.
9. Тараненко В.И. Сорго как кормовая культура. Харьков: ХГУ, 1969. 231 с.
10. Аббас О.М.Т. Выращивание сахарного сорго в условиях дельты Волги и разработка технологии производства напитков функционального назначения на его основе: дис ... канд. с.-х. наук. Астрахань, 2009. 243 с.
11. Хайбуллин М.М., Авсахов Ф.Ф., Миянов В.Н. Урожайность зеленой массы сахарного сорго при расчетных дозах минеральных удобрений в южной лесостепи республики Башкортостан // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: сборник материалов Международной научно-практической конференции в рамках XXVII Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2017». Уфа: Башкирский ГАУ, 2017. С. 126–130.
12. Efremova E.N., Lebed N.I., Averina M.B. [et al.] Influence of agro-technical reception on agro-physical state of soil and efficiency of cultivation of sugared sorghum in conditions of light-chestnut soil of Volgograd region. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference on Innovations in Agricultural and Rural Development. 2019. С. 012030.

REFERENCES:

1. Vernidubov I.S., Sharko T.V., Ilyinykh E.V. [et al.] Sugar steppe sorghum. Scientific and agronomic Journal. 2015; 2(97): 48–49. (In Russ.)
2. Ionova L.P. The influence of the density of standing on the accumulation of sugars in the juice of sugar sorghum stems in the Arid zone. Successes of modern Natural science. 2011; 5: 82–84. (In Russ.)
3. Malinovsky B.N. Sorghum sugar of Russia. Lecture notes at the International scientific and practical conference at the All-Russian Research Institute of Sorghum and Other Grain Crops. Selection. Seed production. Technology of cultivation and processing of sorghum. Zernograd, 1999: 61–62. (In Russ.)
4. Romanyukin A.E., Shishova G.M., Ermolina S.I. [et al.] Yield and quality of the green mass of sugar sorghum varieties in the Donskoy ANC. The role of modern breeding and agrotechnics in drought control measures: a collection of materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 140th anniversary of the birth of Academician VASHNIL P.N. Konstantinova. Kazan. 2017: 47–53. (In Russ.)
5. Petrov N.Yu., Efremova E.N., Abbas O.M.T. Accumulation of sugars in the stems of sugar sorghum at different standing density. Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2012; 2(34-1): 30–31. (In Russ.)
6. Efremova E.N. Feed evaluation of sugar sorghum. In the collection: Topical issues of the use of fertilizers in agriculture Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of the scientist-agrochemist, Honored Scientist of Russia, Honored Worker of the Higher School of Russia, Honored Worker of Science and Technology of the North Ossetia, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Sozyrko Khasanbekovich Dzanagov. Ulyanovsk; 2017: 149–151. (In Russ.)
7. Muslimov M.G. The role of new varieties of sugar and grain sorghum in strengthening the fodder base in the conditions of the Republic of Dagestan. Problems of development of the agroindustrial complex of the region. 2017; 32(4): 89–92. (In Russ.)
8. Sapronova L.A., Ermolaeva G.A., Ermolaev S.V. [et al.] Sugar sorghum as an alternative to sugary substances in the production of caramel. Nutrition issues. 2016; 85(2): 213-216. (In Russ.)
9. Taranenko V.I. Sorghum as a fodder crop. Kharkiv; 1969: 231 p. (In Russ.)
10. Abbas O.M.T. Cultivation of sugar sorghum in the conditions of the Volga delta and development of technology for the production of functional beverages based on it: dis ... Candidate of Agricultural Sciences. Astrakhan; 2009: 243 p. (In Russ.)
11. Khaybullin M.M., Avsakhov F.F., Miyanov V.N. Productivity of the green mass of sugar sorghum at calculated doses of mineral fertilizers in the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan. Modern state, traditions and innovative technologies in the development of agriculture: collection of materials of the scientific and practical international conference within the framework of the XXII International specialized Exhibition «Agrocomplex-2017». Ufa: Bashkir GAU. 2017: 126–130. (In Russ.)
12. Efremova E.N., Lebed N.I., Averina M.B. [et al.] The influence of agrotechnical technique on the agrophysical state of the soil and the efficiency of cultivation of candied sorghum in the conditions of light chestnut soil of the Volgograd region. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference on Innovations in Agriculture and Rural Development. 2019: 012030.

Информация об авторах / Information about the authors

Елена Николаевна Ефремова, ведущая кафедрой «Технология производства, переработки продуктов животноводства и товароведение» ФГБОУ ВО

Elena Nikolaevna Efremova, a head of the Department of Technology of Production, Processing of Livestock products and Commodity science of FSBEI HE

«Волгоградский государственный аграрный университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

elenalob@rambler.ru

тел.: +7 (917) 720 27 70

Александр Иванович Беляев, директор ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук», доктор сельскохозяйственных наук, профессор

director@vfanc.ru

Николай Юрьевич Петров, профессор кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», доктор сельскохозяйственных наук, профессор

npetrov60@list.ru

«Volgograd State Agrarian University», Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor

elenalob@rambler.ru

tel.: +7 (917) 720 27 70

Alexander Ivanovich Belyaev, the director of the Federal State Budgetary Scientific Institution «the Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Aforestation of the Russian Academy of Sciences», Doctor of Agricultural Sciences, a professor

director@vfanc.ru

Nikolai Yuryevich Petrov, a professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Catering of FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University», Doctor of Agricultural Sciences, Professor

npetrov60@list.ru