

УДК 633.174:631.531(470.33)

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-131-136

Т.И. Васькина,
А.В. Дронов, ✉
С.А. Бельченко,
В.В. Дьяченко,
С.М. Сычев

Брянский государственный аграрный
университет, с. Кокино, Брянская обл.,
Российская Федерация

✉ dronov.bsga@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.05.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-131-136

Tatyana I. Vaskina,
Alexander V. Dronov, ✉
Sergei A. Belchenko,
Vladimir V. Dyachenko,
Sergei M. Sychev

Bryansk State Agrarian University, v. Kokino,
Bryansk region, Russian Federation

✉ dronov.bsga@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.05.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Оптимизация элементов возделывания сорго кормового на юго-западе Центрального региона России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В агроклиматических условиях юго-западной части Центрального региона России проведены исследования, направленные на совершенствование зональной агротехнологии сорго кормового с целью оптимизации отдельных элементов возделывания. Основная задача заключалась в оценке эффективности минеральных удобрений и норм высева на урожайность, структуру урожая, питательную ценность надземной массы сортов и гибридов сорго кормового; проведена энергетическая оценка эффективности их выращивания условиях серых лесных почв Брянской области.

Материалы и методы. Экспериментальная работа проводилась в период 2015–2020 гг. на стационаре опытного поля Брянского ГАУ. Объектами исследований явились 3 сорго-суданковых гибрида: Славянское поле 15 F₁, Сабантуй F₁, Солярис, и 5 сортов сорго сахарного: Зерноградский янтарь, Дебют, Лиственит, Сажень, Север. Агротехника опытов — принятая в регионе для силосных и кормовых культур. Закладку опытов, полевые учёты и наблюдения проводили согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ, международному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* и Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Результаты. Установлено существенное влияние азотоса, борафоски и аммиачной селитры на рост, развитие, урожайность, качество кормовой массы сорго-суданковых гибридов. Наибольшую урожайность (14,8–15,8 т сухой или 65–71 т зелёной массы с 1 га) сформировали посевы Сабантуй F₁ и Солярис в варианте с подкормкой N₉₀ на основном фоне 1 — азотоса N₆₀P₆₀K₆₀. Высокоурожайными были агроценозы сорго сахарного Лиственит — 65–70,9 т/га зелёной массы при норме высева 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. Наиболее высокий выход валовой энергии с урожаем обеспечил сорт Лиственит (54,8 ГДж/га), у сортов Сажень и Север показатель в пределах 50,1–50,7 ГДж/га. Высокие энергетический коэффициент (4,3–4,5) и коэффициент энергетической эффективности (2,1 и 2,4 соответственно) показали посевы сортов Лиственит и Север.

Ключевые слова: сорго кормовое, минеральные удобрения, норма высева, урожайность, сухое вещество, питательная ценность

Для цитирования: Васькина Т.И., Дронов А.В., Бельченко С.А., Дьяченко В.В., Сычев С.М. Оптимизация элементов возделывания сорго кормового на юго-западе Центрального региона России. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 131–136. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-131-136>

© Васькина Т.И., Дронов А.В., Бельченко С.А., Дьяченко В.В., Сычев С.М.

Optimization of elements of forage sorghum cultivation in the south-west of the Central region of Russia

ABSTRACT

Relevance. In the agro-climatic conditions of the southwestern part of the Central region of Russia, studies have been conducted aimed at improving the zonal agrotechnology of forage sorghum in order to optimize individual elements of cultivation that are relevant and timely. The main task was to assess the effectiveness of mineral fertilizers and seeding rates on yield, crop structure, nutritional value of the aboveground mass of sorghum varieties and hybrids, their energy assessment in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region.

Material and methods. The experimental work was carried out in 2015–2020 at the experimental field of Bryansk GAU. The objects of research were 3 sorghum-sudan grass hybrids: Slavyanskoe pole 15 F₁, Sabantuy F₁, Solaris and 5 varieties of sweet sorghum: Zernogradskij yantar, Debut, Listvenit, Sazhen, Sever. Agricultural technology of experiments — adopted in the region for silage and fodder crops. The laying of experiments, field records and observations were carried out according to the Broad Unified Classifier of the CMEA, the International Classifier of the CMEA of cultivated species of the genus *Sorghum Moench* and the Methodology of the state variety testing of agricultural crops.

Results. The significant influence of azophoska, borophosphate and ammonium nitrate on the growth, development, yield and quality of the feed mass of sorghum-sudan grass hybrids has been established. The highest yield of 14.8–15.8 t dry matter or 65–71 t of green mass per 1 ha formed sorghum-sudan grass hybrids Sabantuy F₁ and Solaris in the variant with N₉₀ feeding on the main background 1 — azophoska N₆₀P₆₀K₆₀. High-yielding agrocenoses of sweet sorghum Listvenit were marked — 65–70.9 t/ha of green mass with a seeding rate of 500 thousand pieces of germinating seeds per 1 ha. The highest yield of gross energy with the harvest was provided by the Listvenit variety (54.8 GJ/ha), in the Sazhen and Sever varieties in the range of 50.1–50.7 GJ/ha. A high energy coefficient of 4.3–4.5 and an energy efficiency coefficient of 2.1 and 2.4 respectively were shown by crops of Listvenit and Sever varieties.

Key words: forage sorghum, mineral fertilizers, seeding rate, yield, dry matter, nutritional value

For citation: Vaskina T.I., Dronov A.V., Belchenko S.A., Dyachenko V.V., Sychev S.M. Optimization of elements of forage sorghum cultivation in the south-west of the Central region of Russia. Agrarian science. 2022; 362 (9): 131–136. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-131-136> (In Russian).

© Vaskina T.I., Dronov A.V., Belchenko S.A., Dyachenko V.V., Sychev S.M.

Введение / Introduction

Тема производства высококачественных и питательных кормов остается одной из приоритетных в аграрном секторе экономики Российской Федерации. Широко известна аксиома человеческого бытия: при наименьших затратах труда и рабочего времени производить качественную продукцию в достаточном количестве. Действительно, на сегодня наблюдаются современные достижения в области технологий заготовки растительных кормов и кормоприготовления, которые весьма заметно отражаются на состоянии и подъеме отрасли животноводства в России.

Достаточно объективна сложившаяся ситуация, что в кормопроизводстве страны кукуруза стала базовой (универсальной) культурой, но диалектика природы такова, что в мире нет ничего постоянного. Поэтому время диктует необходимость поиска и распространения альтернативных кормовых культур путем расширения биоразнообразия (диверсификации). В этой связи, наравне с расширением ареала кукурузы, особенно в районы с меньшей теплообеспеченностью активно внедряется группа кормового сорго, под общим названием которого обычно представляют сорго сахарное, суданскую траву, судзерн (суданка зерновая), сорго-суданковые гибриды (ССГ). Для агроклиматических условий Центрального региона РФ сорговые культуры не новые, но их возделывание носит лишь эпизодический характер. Однако следует отметить, что в настоящее время имеется положительный опыт испытания и внедрения сорго кормового в производство ряда регионов европейской части страны — Брянской, Владимирской, Калужской, Костромской, Курской, Новгородской, Смоленской, Ульяновской и других областей, а также Республики Беларусь [1–10].

Необходимость совершенствования структуры посевов за счет сорго обусловлена хозяйственно-биологическими особенностями культуры — нетребовательность к почвам, ограниченная потребность в средствах химизации, посев в сроки снижения напряженности весенне-полевых работ, эффективность использования осадков второй половины лета, хорошая отавность, универсальность использования и высокие кормовые достоинства, поедаемость всеми видами сельскохозяйственных животных и птицы.

В результате многолетних исследований учеными Брянского ГАУ внедрения в производство сорговых кормовых культур были предложены многовариантные технологии возделывания, схемы зеленого и сырьевых конвейеров, заготовки объемистых кормов высокого качества. Изучен механизм послеукосного отрастания в зависимости от морфобиологических параметров строения и развития растений сорго, времени проведения скашивания, высоты среза, внесения минеральных удобрений и других элементов технологии возделывания [11–14].

Материал и методы исследования / Materials and method

Экспериментальная работа проводилась в период 2015–2020 гг. на стационаре опытного поля Брянского ГАУ. Почва — агросерая лесная, среднесуглинистая по гранулометрическому составу, характеризуется следующими показателями: содержание органического вещества (гумуса) — 3,8–4,0%, высокая обеспеченность подвижным фосфором — 216–226 мг, средняя — обменным калием 156–196 мг/кг сухой почвы, высокая степень насыщенности основаниями — 85,6%. Обеспечен-

ность доступными формами таких микроэлементов, как молибден, цинк, кобальт — слабая. Реакция почвенного раствора на уровне 5,6–5,8 (рН солевой вытяжки), гидролитическая кислотность (Нг) — 2,63 мг-экв. на 100 г почвы. Объектами исследований явились 3 сорго-суданковых гибрида: Славянское поле 15 F₁, Сабантуй F₁, сортолинейный гибрид Солярис и 5 сортов сорго сахарного: Зерноградский янтарь, Дебют, Лиственит, Сажень, Север селекции Аграрного научного центра «Донской» Ростовской области и ООО «Агроплазма» (Краснодарский край, г. Краснодар). Агротехника опытов — принятая в регионе для силосных и кормовых культур. Исследования проводили согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ, международному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* и Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [15, 16]. Норму минеральных удобрений по вариантам опыта в форме азофоски — фон 1 (N₆₀P₆₀K₆₀) и борофоски — фон 2 (P₆₀K₆₀) вносили в предпосевную обработку комбинированным агрегатом РВК-3,0; также вносили азотные удобрения в виде аммиачной селитры (подкормка) в дозах N₃₀, N₆₀ и N₉₀ в фазу начала кущения на данных фонах. Каждый генотип (ССГ) высевали сеялкой СН-16 по 4 ряда с шириной междурядий 60 см, длина делянки — 25 м, повторность опыта — 4-кратная, площадь учетной делянки — 10 м², размещение вариантов систематическое.

Полевой двухфакторный опыт по изучению реакции сортов сорго сахарного заложен в 4-кратной повторности при различной густоте стояния растений — 300, 400 и 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. Перед посевом применялись минеральные удобрения (нитрофоска) в количестве 160 кг д.в. на планируемую урожайность надземной массы 70 т/га. Система защиты включала обработку посевов гербицидом фирмы «Август» — Балерина, сз — 0,3 л/га; Адыо, ж — 0,2 л/га в фазу 3–5 листьев.

В течение вегетационного периода изучаемых генотипов сорго кормового осуществляли фенологические наблюдения роста и развития, определяли морфологические параметры габитуса растений. Учет урожайности надземной массы сорговых кормовых культур проводили в фазу молочно-восковой спелости зерна (сенажно-силосный вариант использования) с дальнейшим пересчетом на сухое вещество, питательная ценность которого определялась на основании зоотехнического анализа. Лабораторные исследования выполнены в учебно-научной лаборатории полевого кормопроизводства и Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ. Результаты исследований подвергались математической обработке, данные урожайности двухфакторных опытов обрабатывали дисперсионным анализом по Б.А. Доспехову [17]. Значимость различий была установлена на уровне $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения исследований по данным метеостанции Брянского ГАУ характеризовались существенным варьированием как среднесуточной температуры воздуха, так и количества выпадающих осадков (табл. 1).

В 2015 г. температурный режим и влагообеспеченность оказались благоприятными для онтогенеза и возделывания сорговых культур на кормовые цели в регионе. В 2016 г. вегетационный период растений сорго

Таблица 1. Метеорологические условия в вегетационные периоды за время исследований (по данным метеостанции Брянского ГАУ, 2015–2020 гг.)

Table 1. Meteorological conditions for the growing season during research (according to the data of the Bryansk GAU weather station, 2015–2020)

| Показатели | Год | Месяц | | | | | За вегетационный период |
|-------------------------|---------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------------------------|
| | | май | июнь | июль | август | сентябрь | |
| Сумма осадков, мм | 2015 | 66,7 | 121,3 | 90,9 | 5,6 | 87,8 | 372,3 |
| | 2016 | 26,6 | 67,8 | 95,0 | 20,2 | 38,4 | 248,0 |
| | 2017 | 48,9 | 49,6 | 137,9 | 51,6 | 36,5 | 324,5 |
| | 2018 | 21,4 | 73,1 | 162,7 | 12,2 | 4,0 | 273,4 |
| | 2019 | 103,3 | 62,4 | 100,1 | 34,5 | 26,0 | 326,3 |
| | 2020 | 56,2 | 63,0 | 85,7 | 52,1 | 32,9 | 289,9 |
| | Климатическая норма | 55,0 | 65,0 | 82,0 | 64,0 | 46,0 | 312,0 |
| Температура воздуха, °C | 2015 | 14,6 | 18,2 | 18,9 | 19,3 | 15,1 | 17,2 |
| | 2016 | 15,3 | 18,6 | 20,7 | 19,6 | 12,4 | 17,3 |
| | 2017 | 12,9 | 16,4 | 18,2 | 20,0 | 13,5 | 16,2 |
| | 2018 | 17,4 | 17,8 | 21,3 | 18,3 | 14,3 | 17,8 |
| | 2019 | 16,2 | 21,0 | 17,3 | 17,1 | 12,8 | 16,9 |
| | 2020 | 13,5 | 23,2 | 21,6 | 20,2 | 17,8 | 19,3 |
| | Климатическая норма | 12,5 | 16,6 | 18,4 | 17,1 | 11,4 | 15,2 |

кормового проходил в сравнительно благоприятных условиях, хотя в начале (май) наблюдался некоторый недостаток влаги (26,6 мм). В июне — июле месяце средняя температура воздуха составила 18,6–20,7 °C и была выше климатической нормы на 2,0–2,3 °C, при этом в июле выпало значительное количество осадков — 95,0 мм, что составило 115% от месячной нормы. В августе — сентябре наблюдалось повышение температуры воздуха, что существенно повлияло на завершение вегетации сорго-суданковых гибридов, которые быстро зацвели и семена достигли восковой спелости (за 118–126 суток). Метеорологические условия в вегетационный период 2017 г. оказались также более благоприятными для возделывания сорго кормового. Благоприятный гидротермический режим влагообеспеченности вызвали раннее цветение (в середине августа) и созревание семян в сентябре, практически все изучаемые сорго-суданковые гибриды и сорта сорго сахарного сформировали зерно, достигшее восковой спелости (технологическая фаза для заготовки качественного зерносемена).

Вегетационный период 2018 г. характеризовался повышенным температурным режимом воздуха, увлажненностью и недостатком осадков по сравнению со среднемноголетними значениями, расчётный гидротермический коэффициент вегетационного периода 2018 г. — ГТК — составил 1,16 (слабозасушливый по Селянинову). В среднем за вегетационный период выпало осадков меньше на 38,6 мм (климатическая норма — 312 мм), температурный режим характеризовался превышением на 2,6 °C в сравнении с климатической нормой (15,2 °C). Индекс условий среды $I_j = +1,2$.

Весенне-летний вегетационный период 2019 г. отличался теплым и дождливым маем и июнем, количество осадков в мае составило 103,3 мм, которые в основном выпали в первой половине месяца. Сумма атмосферных осадков в июне составила 62,4 мм (среднемесячная температура воздуха — 21,0 °C, что выше климатической

нормы на 2,3 °C), тогда как наибольшее количество выпало в июле — 100,1 мм (при средней температуре воздуха — 17,3 °C), и в целом июль оказался прохладным и дождливым. В этой связи следует отметить, что очень сильно пострадали посевы сорго в первой декаде июня, когда прошли проливные дожди со шквалистым ветром, грозой и градом. Август характеризовался умеренно теплой погодой и незначительным выпадением атмосферных осадков. По завершению вегетационного периода к уборке (II–III декады сентября) отмечалась климатически умеренная погода для региона при индексе условий среды $I_j = -0,8$. Отрицательное значение индекса среды сказалось на формировании среднегодовой урожайности надземной массы, которая была ниже по сравнению с предыдущими годами, что явилось следствием низкого адаптационного потенциала исследуемых сортов сорго сахарного.

За вегетационный период 2020 г. среднемесячная температура воздуха составила 19,3 °C, что выше климатической нормы на 4,1 °C.

Сумма выпавших атмосферных осадков составила 289,9 мм, что ниже среднемноголетнего значения на 22,1 мм. Завершение вегетационного периода испытываемых сортов сорго сахарного к концу сентября характеризовалось наступлением восковой спелости зерна. Таким образом, в целом агрометеорологические условия были благоприятными для формирования достаточно высокого урожая кормовой надземной массы изучаемого селекционного материала.

В результате полевых экспериментов нами была установлена различная реакция изучаемых сорго-суданковых гибридов на уровни внесения минеральных удобрений (азофоска, борофоска) и азотных подкормок. В опытах урожайность кормовой массы на вариантах с внесением азотных удобрений в подкормку варьировала довольно широко (табл. 2).

Как видно из данных таблицы 2, в среднем за три года исследований урожайность сорго-суданковых гибридов на фонах 1 и 2 минерального питания + азотных подкормок (N_{30-90}) по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений) повысилась в 1,4–1,7 раза.

Наибольшую урожайность (14,8–15,8 т сухой или 65–71 тзелёной массы с 1 га) сформировали посевы сорго-суданкового гибрида селекции ООО «Агроплазма» (Краснодарский край) Сабантуй F_1 и сортолинейного гибрида Солярис в варианте с подкормкой N_{90} на основном фоне 1 — азофоска $N_{60}P_{60}K_{60}$. По данному варианту опыта менее урожайным был сорго-суданковый гибрид селекции НИИ сорго и сои «Славянское поле» (Ростовская область) Славянское поле 15 F_1 — 13,1 т/га сухой массы.

На фоне 2 с внесением борофоски и азотных подкормок урожайными оказались посевы сорго-суданковых гибридов Солярис — 14,3 т/га и Сабантуй F_1 — 15,2 т сухой массы с 1 га. Результаты статистической обработки экспериментальных данных показали, что наибольшая существенная разница в опытах отмечена между удо-

Таблица 2. Урожайность сухой массы сорго-суданковых гибридов в зависимости от фона минерального питания (среднее за 2015–2017 гг.), т/га

Table 2. Yield of dry mass of sorghum-sudan grass hybrids depending on the background of mineral nutrition (average for 2015–2017), t/ha

| Фон минерального питания (фактор А) | Генотип, гибрид (фактор В) | | |
|--|-----------------------------------|-------------------------|---------|
| | Славянское поле 15 F ₁ | Сабантуй F ₁ | Солярис |
| Контроль (без удобрений) | 8,2 | 9,6 | 9,0 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ — фон 1 — азофоска | 9,7 | 10,7 | 9,9 |
| Фон 1 + N ₃₀ | 11,4 | 12,9 | 11,2 |
| Фон 1 + N ₆₀ | 12,5 | 14,1 | 13,0 |
| Фон 1 + N ₉₀ | 13,1 | 15,8 | 14,8 |
| P ₆₀ K ₆₀ — фон 2 — борофоска | 10,3 | 11,9 | 10,1 |
| Фон 2 + N ₃₀ | 11,7 | 13,7 | 11,4 |
| Фон 2 + N ₆₀ | 11,9 | 14,6 | 13,8 |
| Фон 2 + N ₉₀ | 12,2 | 15,2 | 14,3 |

HCP₀₅ фактора А —0,33–0,57; фактора В —0,29–0,34; HCP₀₅ для частных различий —0,90–1,42 по годам исследований

Таблица 3. Урожайность зелёной массы сортифта сорго сахарного в зависимости от нормы высева семян, 2017–2020 гг.

Table 3. The yield of the green mass of sweet sorghum varieties depending on the seeding rate, 2017–2020

| Вариант опыта | | Урожайность зелёной массы с 1 га, т | | | | |
|----------------------|---|-------------------------------------|------|------|------|---------------------|
| сорт (фактор А) | норма высева, тыс. шт. всх. семян/га (фактор В) | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | в среднем за 4 года |
| Зерноградский янтарь | 300 (К) | 46,3 | 52,8 | 44,8 | 54,3 | 49,6 |
| | 400 | 48,6 | 53,3 | 46,6 | 56,7 | 51,3 |
| | 500 | 51,4 | 59,7 | 49,1 | 60,8 | 55,3 |
| Дебют | 300 (К) | 42,4 | 45,6 | 44,4 | 47,4 | 45,0 |
| | 400 | 46,8 | 49,1 | 48,0 | 52,6 | 49,1 |
| | 500 | 51,4 | 54,5 | 53,2 | 55,8 | 53,7 |
| Лиственит | 300 (К) | 59,8 | 61,6 | 61,0 | 62,8 | 61,3 |
| | 400 | 63,2 | 65,4 | 64,5 | 66,5 | 64,9 |
| | 500 | 65,0 | 70,5 | 68,0 | 70,9 | 68,6 |
| Сажень | 300 (К) | 59,4 | 62,3 | 61,1 | 63,6 | 61,6 |
| | 400 | 61,4 | 67,4 | 64,5 | 68,7 | 65,5 |
| | 500 | 64,5 | 69,3 | 67,0 | 70,8 | 67,9 |
| Север | 300 (К) | 52,3 | 57,6 | 55,2 | 59,4 | 56,1 |
| | 400 | 55,2 | 59,3 | 57,5 | 61,8 | 58,4 |
| | 500 | 63,0 | 61,7 | 62,5 | 64,5 | 63,0 |

HCP₀₅ (факторы А и В) по годам в пределах 3,1–3,5
HCP₀₅ для частных различий 2,1–3,3

бренными и неудобренными вариантами.

Изучаемые сорго-суданковые гибриды характеризовались не только различиями в побеговой структуре урожая, но и содержанием сахаров в соке стеблей и в целом химическим составом кормовой массы. В наших опытах установлено, что внесение минеральных удобрений, особенно азотных, способствовало повышению содержания сырого протеина и незначительно влияло на долю в корме зольных элементов, клетчатки и БЭВ. При внесении азотных удобрений отмечено снижение концентрации водорастворимых сахаров, фосфора и калия. По результатам определения растворимых сахаров следует, что внесение минеральных удобрений заметно сказалось на концентрации сахара в соке стеблей изучаемых гибридов сорго. Так, на фоне применения борофоски отмечалось высокое содержание сахаров, особенно у сочностебельных растений сорго-суданковых гибридов Сабантуй F₁ и Солярис (10,9 и 9,8% соответственно). При азотных подкормках проявилась общая тенденция снижения концентрации сахаров в соке стеблей гибридов сорго.

Для выяснения сортовой реакции на плотность посевов нами испытывались 5 перспективных сортов сорго сахарного — Зерноградский янтарь, Дебют, Лиственит, Сажень, Север с нормами высева 300, 400, 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. Результаты полевого 2-факторного опыта позволили сделать заключение, что различная густота ценозов испытываемых сортов сказалась на биометрических показателях посева (архитектонике): полевая всхожесть, полнота всходов, выживаемость растений, сохранность растений перед уборкой, устойчивость к полеганию, болезням и другим биотическим факторам. В этой связи следует, что в среднем за четыре года достаточно высокие показатели структуры посева отмечены при норме 500 тыс. всхожих семян на 1 га: полевая всхожесть составила 75–80%, полнота всходов — в пределах 90,2–94,1%, сохранность растений перед уборкой — 82,5–91,7% (в разрезе изучаемых сортов).

В наших опытах по изучению норм высева семян сортифта сорго сахарного отмечалось некоторое изменение в проявлении хозяйственно ценных признаков и свойств (прохождение основных фаз роста и развития, изменение

побеговой структуры, урожайности биомассы, полегаетость растений, зараженность болезнями и т.д.). Урожайность надземной зелёной массы сортов сорго сахарного в зависимости от нормы высева семян представлена в таблице 3. По годам сортоиспытания (2017–2020 гг.) нами выявлены высокоурожайные агроценозы сорго сахарного Лиственит при норме высева 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га — 65,0–70,9 т/га зелёной массы.

В среднем за 4 года изучения при данной загущенности посевов (500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га) урожайность надземной массы составила 53,7 т/га (сорт Дебют), 55,3 (Зерноградский янтарь), 68,6 (Лиственит), 67,9 (Сажень) и 63,0 т/га (Север).

При уборке посевов сортов сорго сахарного в конце вегетации в фазу молочно-восковой спелости зерна наиболее высокий выход валовой энергии с урожаем обеспечили посевы сорта Лиственит (54,8 ГДж/га), у сортов Сажень и Север показатель в пределах 50,1–50,7 ГДж/га. При этом высокие энергетический коэффици-

ент (4,3–4,5) и коэффициент энергетической эффективности (2,1 и 2,4 соответственно) показали агроценозы Лиственит и Север.

Выводы / Conclusion

Наиболее эффективным приёмом повышения урожайности и питательности надземной массы сорго-суданковых гибридов при возделывании в условиях серых лесных почв Брянской области является применение комплексного удобрения азотоса с азотными подкормками ($N_{60}P_{60}K_{60}$ — фон 1 (азотоса) + N_{90}). Различная загущенность агроценозов испытываемых сортов сорго сахарного сказалась на биометрических показателях посева (архитектонике): полевая всхожесть, полнота всходов, выживаемость растений, сохранность растений перед уборкой, устойчивость к полеганию, болезням и другим биотическим факторам. Высокоурожайными были посевы сорго сахарного Лиственит — свыше 70,0 т/га зелёной массы при норме высева 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большаков А.З., Бондаренко С.М., Лысак М.Н. Сорго - базовая культура в кормопроизводстве для всех видов сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы в условиях развития сельских территорий Брянской области. *Памятка сорговода*. Ростов н/Д: Ростиздат. 2008:60.
2. Верхоламошкин С.В., Дьяченко В.В. Сроки посева и сортимент сорговых культур в условиях Калужской области. *Сборник научных трудов ВНИИ овцеводства и козоводства*. 2015;1(8):43-45.
3. Савина Е.А., Прудникова А.Г., Прудников А.Д. Урожайность и кормовые качества суданской травы и её смесей с зернобобовыми культурами. *Кормопроизводство*. 2016;(3):12-15.
4. Пигорев И.Я., Степкина И.И., Салтык И.П. Эффективность выращивания сорго на корм в условиях лесостепи России. *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIV международного науч. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ*. 2017:512-515.
5. Сахибгареев А.А., Ардаширов С.С., Садыкова Р.Р. Роль традиционных и новых интродуцированных кормовых культур. *Аграрная наука*. 2017;(5):2-6.
6. Шкодина Е.П. Инновационные элементы в организации зеленого конвейера. *Аграрная наука*. 2020;(11-12):68-71.
7. Шкодина Е.П. Биологические основы выращивания сорго на Северо-Западе Нечерноземной зоны. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021;22(4):531-541.
8. Никифорова С.А., Власов В.Г. Продуктивность и кормовая ценность сорговых культур в Ульяновской области: монография. Ульяновск: Изд-во Ульяновский государственный технологический университет. 2021:124.
9. Персикова Т.Ф., Блохина Е.А. Возделывание сорго в Беларуси: монография. Горки: Изд-во Белорусская ГСХА. 2018:144.
10. Седукова Г.В., Крестова Н.В. Перспективы возделывания сорговых культур на загрязненных радионуклидами территориях Беларуси. *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVII Международ. науч. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ*. 2020:659-663.
11. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Возделывание суданской травы в Брянской области. *Аграрная наука*. 2013;(12):19-22.
12. Бельченко С.А., Дронов А.В., Ториков В.Е., Белоус И.Н. Сорговые культуры в организации зеленого и сырьевого конвейеров в Брянской области. *Кормопроизводство*. 2016;(12):17-20.

REFERENCES

1. Bolshakov A.Z., Bondarenko S.M., Lysak M.N. Sorghum is the basic crop in feed production for all types of farm animals, poultry and fish in the conditions of rural development of the Bryansk region. *Sorghum grower's memo*. Rostov n/D: Rostizdat. 2008:60. (In Russian.)
2. Verholamochkin S.V., Dyachenko V.V. Terms of sowing and sortiment of sorghum crops in the conditions of the Kaluga region. *Collection of scientific papers of the Research Institute of Sheep and Goat Breeding*. 2015;1(8): 43-45. (In Russian)
3. Savina E.A., Prudnikova A.G., Prudnikov A.D. Productivity and feed qualities of Sudanese grass and its mixtures with leguminous crops. *Fodder production*. 2016;(3):12-15. (In Russian.)
4. Pigorev I.Ya., Stepkina I.I., Saltyk I.P. Efficiency of growing sorghum for fodder in the conditions of the forest-steppe of Russia. *Agroecological aspects of sustainable development of agro-industrial complex: materials of the XIV International Scientific Conference*. Bryansk: Publishing House of the Bryansk State University. 2017:512-515. (In Russian.)
5. Sahibgarayev A.A., Ardashirov S.S., Sadykova R.R. The role of traditional and new introduced forage crops. *Agrarian science*. 2017;(5):2-6. (In Russian.)
6. Shkodina E.P. Innovative elements in the organization of the green conveyor. *Agrarian science*. 2020; (11-12):68-71. (In Russian)
7. Shkodina E.P. Biological basis of sorghum cultivation in the North-West of the Non-Chernozem zone. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2021;22(4):531-541. (In Russian.)
8. Nikiforova S.A., Vlasov V.G. Productivity and feed value of sorghum crops in the Ulyanovsk region: monography. Ulyanovsk: Publishing House of Ulyanovsk State Technological University. 2021:124. (In Russ.)
9. Persikova T.F., Blokhina E.A. Sorghum cultivation in Belarus: monography. Gorki: Publishing House of the Belarusian State Agricultural Academy. 2018:144. (In Russ.)
10. Sedukova G.V., Kristova N.V. Prospects of cultivating sorghum crops in the territories of Belarus contaminated with radionuclides. *Agroecological aspects of sustainable development of agro-industrial complex: materials of the XVII International Scientific Conference*. Bryansk: Publishing House of the Bryansk State University. 2020:659-663. (In Russ.)
11. Dyachenko V.V., Dyachenko O.V. Cultivation of Sudanese grass in the Bryansk region. *Agrarian science*. 2013; (12):19-22. (In Russ.)
12. Belchenko S.A., Dronov A.V., Torikov V.E., Belous I.N. Sorghum crops in the organization of green and raw material conveyors in the Bryansk region. *Fodder production*. 2016; (12): 17-20. (In Russ.)

13. Belous N., Belchenko S., Dronov A., Zaitseva O., Mameev V. Influence of growth regulators on the development and productivity of soybean (*Glycine max* (L.) and sorghum crops (*Sorghum* spp.). *Journal of Critical Reviews*. 2020; 7(12):1925-1935.
14. Васькина Т.И. Параметры адаптивности и урожайности современных сортов сорго сахарного на юго-западе Центрального региона России. *Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур*: сб. статей по материалам XVII Междунауч.- практ. конф., посвященной 95-летию агрономического факультета и 180-летию подготовки специалистов аграрного профиля. Горки: Изд-во Белорусская ГСХА. 2021:108-112.
15. Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А., Баняи Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench. Л.: ВИР. 1982:36.
16. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2. М.: Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. 1989:197.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2014: 351.

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Ивановна Васькина, аспирант
Кафедра агрономии, селекции и семеноводства
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: wtiwwf-97@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3331-4861>

Александр Викторович Дронов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Кафедра агрономии, селекции и семеноводства
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: dronov.bsgsha@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5398-4822>

Сергей Александрович Бельченко, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Кафедра агрономии, селекции и семеноводства
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: sabel032@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7467-8314>

Владимир Викторович Дьяченко, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Заведующий кафедрой агрономии, селекции и семеноводства
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: uchsovet@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-6302-9113>

Сергей Михайлович Сычев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Директор института экономики агробизнеса
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: agro@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

13. Belous N., Belchenko S., Dronov A., Zaitseva O., Mameev V. Influence of growth regulators on the development and productivity of soybean (*Glycine max* (L.) and sorghum crops (*Sorghum* spp.). *Journal of Critical Reviews*. 2020; 7(12):1925-1935.
14. Vaskina T.I. Parameters of adaptability and yield of modern varieties of sugar sorghum in the south-west of the Central region of Russia. *Technological aspects of cultivation of agricultural crops*: collection of articles based on the materials of the XVII International scientific.- practical conf., dedicated to the 95th anniversary of the Faculty of Agronomy and the 180th anniversary of the training of agricultural specialists. Gorki: Publishing House of the Belarusian State Agricultural Academy. 2021:108-112. (In Russ.)
15. Yakushevsky E.S., Varadinov S.G., Korneychuk V.A., Banyai L. Broad unified classifier of CMEA and international classifier of CMEA of cultivated species of the genus *Sorghum* Moench. L.: VIR. 1982:36. (In Russ.)
16. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 2. Moscow: State Commission for variety testing of agricultural crops. 1989:197. (In Russ.)
17. Dospekhov B.A. *Methodology of field experience* (with the basics of statistical processing of research results). M.: Alliance. 2014: 351. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Tatyana Ivanovna Vaskina, Postgraduate student
Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya St., Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: wtiwwf-97@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3331-4861>

Alexander Victorovich Dronov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya St., Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: dronov.bsgsha@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5398-4822>

Sergei Alexandrovich Belchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya St., Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: sabel032@rambler.ru <https://orcid.org/0000-0001-7467-8314>

Vladimir Victorovich Dyachenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Head of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya St., Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: uchsovet@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-6302-9113>

Sergei Michailovich Sychev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Director of the Institute of Economics and Agribusiness
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya St., Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: agro@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>