

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРГО НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Н. А. Ковтунова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго, n-beseda@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

М. Г. Муслимов², доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники, генетики и селекции, mizinfer@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3961-8911;

В. В. Ковтунов^{1,3}, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

Г. В. Метлина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

Р. А. Акаева², аспирант, akaeva111r@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5682-6712

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джембулатова», 367032, Республика Дагестан, Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 180;

³ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», 344003, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл Гагарина, зд. 1,

Исследования, направленные на повышение урожайности сорго, и разработка методов и технологий выращивания, основанные на определении способов посева и норм высева семян, подборе сортов, применении удобрений, гербицидов для защиты и питания растений, до сих пор остаются актуальными. Цель работы – выявить наиболее эффективный способ посева и норму высева, а также нормы внесения удобрений для повышения урожайности зерна сорго в условиях Северного Кавказа. Исследования по изучению норм, способов посева сорго зернового и доз применения минеральных удобрений проведены в условиях Ростовской области и Республики Дагестан. Посев, обработку почвы, уход за посевами проводили в соответствии с Методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Объектом исследований послужил сорт сорго зернового Зерноградское 88. Наибольшие значения урожайности зерна в условиях Ростовской области и Республики Дагестан установлены при широкорядном посеве с нормой высева 300 тыс. зерен/га – 4,93 и 4,15 т/га. При изучении способа посева установлено, что данный фактор не оказывает влияния на урожайность зерна сорго, значения которой находились в пределах наименьшей существенной разницы. При использовании минеральных удобрений во всех вариантах опыта наблюдается значительное увеличение урожайности зерна. Наибольшие значения урожайности получены при норме высева 350 тыс. зерен/га и внесении $N_{190}P_{128}K_{80}$ и $N_{220}P_{144}K_{90}$. Эти нормы позволяют получать 6,08–7,41 т/га.

Ключевые слова: сорго, удобрение, урожайность, способ посева, норма высева.

Для цитирования: Ковтунова Н. А., Муслимов М. Г., Ковтунов В. В., Метлина Г. В., Акаева Р. А. Повышение продуктивности сорго на Северном Кавказе агротехническими методами // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 53–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-53-58.



INCREASING SORGHUM PRODUCTIVITY IN THE NORTH CAUCASUS BY AGROTECHNICAL METHODS

N. A. Kovtunova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for sorghum breeding and seed production, n-beseda@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

M. G. Muslimov², Doctor of Agricultural Sciences, professor, head of the botany, genetics and breeding department, mizinfer@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3961-8911;

V. V. Kovtunov^{1,3}, Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for sorghum breeding and seed production, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

G. V. Metlina¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technology of grain and row crops, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

R. A. Akaeva², post-graduate student, akaeva111r@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5682-6712

¹FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”, 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchnyy gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

²FSBEI HE “Dagestan state agricultural university named after M. M. Dzhambulatov”, 367032, Republic of Dagestan, Makhachkala, Magomet Gadzhiev Str., 180

³FSBEI HE “Donskoy State Technical University”, 344003, Rostov region, Rostov-on-Don, Gagarin Sq., 1

Research aimed at increasing sorghum productivity and developing cultivation methods and technologies based on determining sowing methods and seed sowing rates, selecting varieties, using fertilizers and herbicides to protect and nourish plants, is still of great relevance. The purpose of the current work was to identify the most efficient sowing method and seeding rate, as well as fertilizing rates to improve productivity of sorghum grain in the North Caucasus. There was conducted the study of norms, methods of sowing grain sorghum and doses of mineral fertilizers in the Rostov Region and the Republic of Dagestan. Sowing, tillage, and crop care were carried out in accordance

with the Methodology of the State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops. The object of the study was the grain sorghum variety 'Zernogradskoe 88'. The largest grain productivity in the Rostov Region and the Republic of Dagestan with 4.93 and 4.15 t/ha was established with wide row sowing with a seeding rate of 300 K grains/ha. The study of the sowing method has found that this factor did not affect the sorghum grain productivity, the values of which were within the limits of the least significant difference. When using mineral fertilizers, a significant grain productivity increase was established in all variants of the trial. The highest productivity values were obtained with a seeding rate of 350 K grains/ha and the application of $N_{190}P_{128}K_{80}$ and $N_{220}P_{144}K_{90}$. These rates make it possible to yield 6.08–7.41 t/ha.

Keywords: sorghum, fertilizer, productivity, sowing method, seeding rate.

Введение. Сорго является важной культурой для обеспечения продовольственной безопасности в засушливых и полузасушливых регионах благодаря своей высокой устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам, а также хорошей урожайности на малоплодородных или засоленных почвах (Антимонов и др., 2022).

Для высокоэффективного производства необходимо понимать, как сорго реагирует на различные методы ведения сельского хозяйства и взаимодействие генотипа с окружающей средой (Ковтунова и Ковтунов, 2024). Это позволит оптимизировать использование всех ресурсов окружающей среды и растений и сократить разницу в урожайности. Так, один и тот же сорт может показать разную урожайность не только в различных регионах, но даже на разных опытных участках одного региона. В исследованиях F. C. Gao et al. (2022) генотип, среда и их взаимодействие объясняли 12, 61 и 27 % общей изменчивости, что означает, что максимальная изменчивость приходится на условия среды. Поэтому важен выбор не только сортов, но и определение набора оптимальных методов производства. В Ставропольском крае для получения наибольшего урожая зерна рекомендован широкорядный посев с междурядьем 45 см и нормой высева 180–220 тыс. семян/га, в Крыму – 45–60 см и 100 тыс. семян/га, в Оренбургской области – 60 см и 240 тыс. семян/га, в Саратовской области – 70 см и 100–200 тыс./га (Кибальник и др., 2021), в Ростовской области – оптимальная норма высева, согласно исследованиям разных авторов, варьирует от 200 до 400 тыс./га (Авдеенко, 2018).

Норма высева оказывает влияние на продуктивность фитоценоза на ранних стадиях роста растений, так как она определяет площадь листьев, доступную для максимального поглощения солнечного света, что напрямую связано с продуктивностью фотосинтеза. У сорго оптимальная норма высева может значительно меняться в зависимости от условий возделывания, и она не так однозначна, как, например, у кукурузы, так как сорго может образовывать дополнительные побеги, компенсирующие низкую плотность растений. Широкий посев выгоден только в засушливых регионах, так как конкуренция между растениями в рядовом посеве снижает кустистость, вегетативную продуктивность и потребление воды в начале вегетации.

Несмотря на мнения некоторых авторов, что сорго не нуждается во внесении удобрений, правильное их применение может быть

эффективной стратегией для повышения урожайности сорго и улучшения его питательной ценности (Максютов и Зенкова, 2020). Так, урожайность сорго в таких странах, как Узбекистан, Египет, Парагвай, Саудовская Аравия гораздо выше, чем в более благоприятных для его возделывания странах, несмотря на засушливый климат и бедные почвы. Сорго в этих странах выращивается с внесением удобрений, что повышает его адаптивные способности и способствует повышению урожайности. То есть, правильное использование удобрений может компенсировать неблагоприятные внешние почвенно-климатические условия. Сорго, благодаря эффективному использованию питательных веществ, при меньших по сравнению с кукурузой и рисом дозах удобрений обеспечивает значительную прибавку урожая. Объясняется это тем, что внесение азотных удобрений оказывает значительное влияние на высоту растений, количество побегов, количество метелок. Несмотря на важную роль азота в росте и развитии растений сорго, чрезмерное его внесение наносит вред не только урожайности, но и негативно влияет на свойства почвы. Оптимальное же количество азотных удобрений в сочетании с другими факторами оказывает положительное влияние на урожайность и качество продукции из сорго. Поэтому к использованию удобрений следует подходить обдуманно и рационально, чтобы минимизировать негативное влияние на окружающую среду (Шаповалова и др., 2023). Поэтому научные исследования, направленные на повышение урожайности сорго, и разработка методов и технологий выращивания, основанные на определении оптимальных способов посева и норм высева семян, подборе сортов и применении удобрений, остаются актуальными.

Цель работы – выявить наиболее эффективный способ посева и норму высева, а также нормы внесения удобрений для повышения урожайности зерна сорго в условиях Северного Кавказа.

Материалы и методы исследований.

Исследования по изучению норм и способов посева сорго зернового в условиях Ростовской области проведены в 2018–2020 гг. в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Зона характеризуется обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием гумуса 3,2 %, фосфора – 10–40 мг/кг, азота – 70–110 мг/кг, калия – 300–500 мг/кг почвы. Метеоусловия в годы исследований (2018–2020 гг.) были контрастными: в 2018 г. ГТК = 0,30 указывает на очень

сильную засуху и 0,63–0,68 в 2019 и 2020 гг. – на среднюю засушливость.

Опыты по изучению норм высева, способов посева и доз внесения удобрений под культуру сорго закладывали на опытном поле Дагестанского ГАУ в 2022–2024 годах. Почва данной зоны каштановая с содержанием гумуса в слое 0–10 см 4,2 %, азота – 48,6 мг/га, P_2O_5 – 24,3 мг/кг, K_2O – 350 мг/кг почвы. ГТК в годы проведения исследований: в 2022 и 2023 гг. – 0,31, в 2024 г. – 0,17.

Посев, обработку почвы, уход за посевами проводили в соответствии с Методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1989). Площадь делянки 100 м², повторность опыта четырехкратная, размещение делянок систематическое. Наблюдения вели в соответствии с Методическими указаниями по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур ВНИИР (1968). В ходе исследований в ФГБНУ «АНЦ «Донской» проводили закладку опыта по изучению способа посева и нормы высева: широкорядный (междурядье 30, 45 и 70 см) и рядовой способ посева (междурядье 15 см). Норма высева по каждому способу посева составляла от 100 до 900 тыс. семян/га. В ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ» рядовой посев (15 см) осуществляли с нормой высева 1 млн. зерен/га, а широкорядный (70 см) – с нормой 300, 400 и 500 тыс. всхожих зерен/га. В опыте по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность зерна сорта сорго Зерноградское 88 расчет доз удобрений осуществляли на программи-

руемые урожайности: 6 т/га ($N_{160}P_{112}K_{70}$), 7 т/га ($N_{190}P_{128}K_{80}$), 8 т/га ($N_{220}P_{144}K_{90}$), контрольный вариант – без удобрений. Двойной суперфосфат и 15–20 % дозы аммиачной селитры вносили при посеве, остальные 80–85 % – в качестве подкормки во время кущения.

Достоверность и обоснованность полученных результатов определяли в соответствии с методикой Б. А. Доспехова (2014).

Объектом исследований послужил сорт сорго зернового Зерноградское 88 селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Сорт допущен к использованию по Северо-Кавказскому региону РФ с 2013 года. Рекомендован для получения крахмала, спирта и на кормовые цели.

Результаты и их обсуждение. Результирующим показателем эффективности применения тех или иных агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур является урожайность. Выбор наиболее оптимального сочетания основных агротехнических элементов технологии возделывания позволяет более полно обеспечить потребность растений в минеральном питании и водопотреблении в период их роста и развития, что в конечном итоге определяет уровень урожайности.

В среднем за три года исследований (2018–2020 гг.) у сорта сорго зернового Зерноградское 88 пределы варьирования урожайности зерна составили 2,01–4,93 т/га. При этом наиболее высокие значения (4,93 т/га) установлены при посеве с нормой высева 0,3 млн шт. всхожих семян на 1 га (табл. 1).

Таблица 1. Влияние нормы высева при широкорядном посеве на урожайность зерна в условиях Ростовской области (2018–2020 гг.)

Table 1. Effect of seeding rate in wide-row sowing on grain productivity in the Rostov region (2018–2020)

Норма высева, тыс. зерен /га	Урожайность зерна, т/га	Масса 1000 зерен, г	Количество зерен в метелке, шт.	Содержание сырого белка, %
100	2,95	31,2	1798	11,4
200	4,64	29,4	1429	11,3
300	4,93	29,3	1296	11,3
400	4,34	27,3	947	11,7
500	4,09	29,4	746	11,4
600	3,34	26,6	611	12,4
700	2,68	26,7	446	11,6
800	2,22	25,6	351	12,0
900	2,01	25,0	282	11,7
НСР ₀₅	0,10	–	–	–

Отмечено уменьшение оптимальной нормы высева по сравнению с более ранними исследованиями в зоне проведения опытов. Так, в работе А. В. Алабушева и др. (2003) рекомендована для посева сорго зернового с междурядьем 70 см норма высева 500 тыс. всхожих зерен на гектар.

Снижение количества высеваемых семян для получения наибольшей урожайности зерна может быть связано с изменением погодных-климатических условий: повышением

средней температуры воздуха и сокращением количества осадков в весенне-летний период.

Наибольшее количество зерен в метелке формировалось при норме высева 100 тыс. шт. всхожих семян на 1 га (1798 шт.). Увеличение нормы высева приводило к уменьшению количества зерен в одной метелке с 1798 до 282 шт. и массы 1000 зерен с 31,2 до 25,0 г.

Существенное снижение числа зерен в метелке и массы 1000 зерен при увеличении нормы высева также отмечалось в исследовани-

ях А. В. Алабушева и др. (2003), А. П. Авдеенко (2018).

В качестве наиболее оптимального варианта опыта выделился посев сорго с нормой вы-

сева 0,3 млн. шт. всхожих семян на 1 га, в котором сформирована наибольшая урожайность зерна (4,93 т/га) (табл. 2).

Таблица 2. Влияние ширины междурядий на урожайность зерна в условиях Ростовской области (2018–2020 гг.)

Table 2. Effect of row spacing on grain productivity in the Rostov region (2018–2020)

Ширина междурядий	Норма высева, тыс. всх. семян /га	Годы исследований			
		2018	2019	2020	среднее
15 см	600	3,31	3,73	4,06	4,90
30 см	500	3,34	3,64	3,73	4,86
45 см	400	3,17	3,35	3,79	4,79
70 см	300	2,97	3,26	3,56	4,93
НСР ₀₅	–	–	–	–	0,9

При изучении способа посева установлено, что данный фактор не оказывает влияния на урожайность зерна сорго, значения которой находились в пределах наименьшей существенной разницы (4,79–4,93 т/га).

В исследованиях, проведенных в Республике Дагестан, установлено, что при широко-

рядном способе посева наибольшая урожайность отмечена, как и в условиях Ростовской области, при норме высева 300 тыс. всхожих зерен на гектар (табл. 3). Кроме того, установлено, что урожайность также не зависела от способа посева и имела значения 4,15–4,20 т/га.

Таблица 3. Влияние нормы высева при широкорядном посеве на урожайность зерна в условиях Республики Дагестан (2022–2024 гг.)

Table 3. Effect of seeding rate in wide-row sowing on grain productivity in the Republic of Dagestan (2022–2024)

Ширина междурядий	Норма высева, тыс. всх. семян /га	Годы исследований			
		2022	2023	2024	среднее
15 см	1000	4,80	4,34	3,46	4,20
	300	4,65	4,33	3,38	4,15
	400	4,42	4,08	3,05	3,80
70 см	500	4,3	4,02	2,90	3,71
	–	–	–	–	0,32

При рядовом посеве у растений меньше площадь питания, в результате чего возникает конкуренция за воду, питательные вещества и свет, что ведет к увеличению кустистости растений, количества метелок, уменьшению листовой поверхности, а, следовательно, и фотосинтетической активности, массы 1000 зерен, а иногда к щуплости. В исследованиях В. А. Correia et al. (2023) подчеркивается, что при высокой норме высева между растениями возникает конкуренция за воду и питательные вещества, в результате чего расстояние между листьями слишком маленькое, растения перекрывают друг друга, и в итоге растение вырастает высоким и вытянутым. Поэтому для обеспечения равномерного распределения питательных веществ, эффективности использования земли,

простоты ухода, необходимо создавать оптимальное расстояние между рядами сорго и выбрать соответствующую норму высева.

Установлено, что внесение удобрений оказывает эффективное влияние на формирование высокой урожайности. Нормы внесения зависят от агрохимического состава почвы, особенностей культуры и сорта и от уровня планируемой урожайности.

Во всех вариантах опыта наблюдается значительный рост урожайности зерна. Наибольшие значения урожайности получены при норме высева 350 тыс. зерен/га и внесении $N_{190}P_{128}K_{80}$ и $N_{220}P_{144}K_{90}$ (табл. 4). Эти нормы позволяют получать 6,08–7,41 т/га, что выше контроля на 2,23–3,56 т/га или на 57,9–92,5%.

Таблица 4. Влияние минеральных удобрений и нормы высева на урожайность зерна в условиях Республики Дагестан (2022–2024 гг.)

Table 4. Effect of mineral fertilizers and seeding rate on grain productivity in the Republic of Dagestan (2022–2024)

Норма удобрений (кг д.в./га) на планируемую урожайность (фактор А)	Норма высева, тыс. зерен/га (фактор В)			
	300	350	400	среднее
Без удобрений (контроль)	4,12	3,85	3,76	3,91
6 т/га ($N_{160}P_{112}K_{70}$)	6,06	6,08	5,61	5,92
7 т/га ($N_{190}P_{128}K_{80}$)	6,09	6,15	5,95	6,06

Продолжение табл. 4

Норма удобрений (кг д.в./га) на планируемую урожайность (фактор А)	Норма высева, тыс. зерен/га (фактор В)			
	300	350	400	среднее
8 т/га ($N_{220}P_{144}K_{90}$)	7,25	7,41	7,16	7,23
НСР ₀₅ (фактор А) = 1,1	–	–	–	–
НСР ₀₅ (фактор В) = 0,65	–	–	–	–
НСР ₀₅ (фактор АВ) = 1,85	–	–	–	–

Это согласуется с исследованиями D. Bartzialis et al (2023), в которых показано, что удобрения, особенно азотные, оказывают статистически значимое влияние на урожайность сорго.

Выводы.

1. Наибольшие значения урожайности зерна в условиях Ростовской области и Республики Дагестан установлены при широкорядном посеве с нормой высева 300 тыс. зерен/га – 4,93 и 4,15 т/га.

2. При изучении способа посева установлено, что данный фактор не оказывает влияния на урожайность зерна сорго, значения кото-

рой находились в пределах наименьшей существенной разницы.

3. При использовании минеральных удобрений во всех вариантах опыта наблюдается значительное увеличение урожайности зерна. Наибольшие значения урожайности получены при норме высева 350 тыс. семян/га и внесении $N_{190}P_{128}K_{80}$ и $N_{220}P_{144}K_{90}$. Эти нормы позволяют получать 6,08–7,41 т/га зерна.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (тема № 0505-2025-0010).

Библиографический список

1. Авдеенко А. П. Продуктивность гибридов зернового сорго в зависимости от нормы высева в условиях Ростовской области // Успехи современного естествознания. 2018. № 8. С. 29–34.
2. Алабушев А. В., Анипенко Л. Н., Гурский Н. Г., Коломиец Н. Я., Костылев П. И., Мангуш П. А., Алабушева О. И. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов н/Д.: ООО «Книга», 2003. 368 с.
3. Антимонов А. К., Сыркина Л. Ф., АнтимONOва О. Н., Никонорова Ю. Ю. Оценка сортов зернового сорго на холодостойкость при пониженной температуре в разных средах // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 10. С. 38–42. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_10_38
4. Кибальник О. П., Ефремова И. Г., Бочкарева Ю. В., Прахов А. В., Семин Д. С. Продуктивность сорговых культур в зависимости от агротехнических приемов возделывания в регионах Российской Федерации (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22(2). С. 155–166. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166
5. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Влияние уровня влагообеспеченности на урожайность и питательную ценность сорговых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54, № 2. С. 22–30. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-2-3
6. Максютон Н. А., Зенкова Н. А. Устойчивость кормовых культур к засухе в зависимости от фона питания в степном Предуралье Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 5(85). С. 70–74. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-70-74
7. Шаповалова Н. Н., Володин А. Б., Менькина Е. А., Ахмедшина Д. А. Влияние последствия длительного применения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна сорго на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 2. С. 84–91. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-84-91
8. Bartzialis D., Giannoulis K. D., Gintsioudis I., Danalatos N. G. Assessing the Efficiency of Different Nitrogen Fertilization Levels on Sorghum Yield and Quality Characteristics // Agriculture. 2023. Vol. 13, Article number: 1253. DOI: 10.3390/agriculture13061253
9. Correia B. A., Correia L. T., Americo J., Carvalho M. D. C. D., Feeitas J. D. C. The potential of sorghum as a staple food grown using fermented organic fertilizers and different plant spacings in east timor // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2023. Vol. 11, Iss. 8. P. 1261–1269. DOI: 10.17582/journal.aavs/2023/11.8.1261.1269
10. Gao F. C., Yan H. D., Gao Y., Huang Y., Li M., Song G. L., Li G. Y. Interpretation of genotype-environment-sowing date/plant density interaction in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] in early mature regions of China // Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13, Article number: 1008198. DOI: 10.3389/fpls.2022.1008198

References

1. Avdeenko A. P. Produktivnost' gibridov zernovogo sorogo v zavisimosti ot normy vyseva v usloviyakh Rostovskoi oblasti [Productivity of grain sorghum hybrids depending on the seeding rate in the Rostov region] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2018. № 8. S. 29–34.
2. Alabushev A. V., Anipenko L. N., Gurskii N. G., Kolomiets N. Ya., Kostylev P. I., Mangush P. A., Alabusheva O. I. Sorgo (selektsiya, semenovodstvo, tekhnologiya, ekonomika) [Sorghum (breeding, seed production, technology, economics)]. Rostov n/D.: ООО «Kniga». 2003. 368 s.
3. Antimonov A. K., Syrkina L. F., Antimonova O. N., Nikonorova Yu. Yu. Otsenka sortov zernovogo sorogo na kholodostoičnost' pri ponizhennoi temperature v raznykh sredakh [Estimation of grain sorghum

varieties for cold resistance at low temperatures in different environments] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022. T. 36, № 10. S. 38–42. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_10_38

4. Kibal'nik O. P., Efremova I. G., Bochkareva Yu. V., Prakhov A. V., Semin D. S. Produktivnost' sorgovykh kul'tur v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priemov vzdelyvaniya v regionakh Rossiiskoi Federatsii (obzor) [Productivity of sorghum crops depending on agrotechnical tillage methods in the regions of the Russian Federation (review)] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2021. № 22(2). S. 155–166. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166

5. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Vliyanie urovnya vlagoobespechennosti na urozhainost' i pitatel'nuyu tsennost' sorgovykh kul'tur [The effect of moisture supply on productivity and nutritional value of sorghum crops] // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2024. T. 54, № 2. S. 22–30. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-2-3

6. Maksyutov N. A., Zenkova N. A. Ustoichivost' kormovykh kul'tur k zasukhe v zavisimosti ot fona pitaniya v stepnom Predural'e Orenburzh'ya [Drought resistance of forage crops depending on the nutritional background in the steppe Cis-Urals of the Orenburg region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 5(85). S. 70–74. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-70-74

7. Shapovalova N. N., Volodin A. B., Men'kina E. A., Akhmedshina D. A. Vliyanie posledeiystviya dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobrenii na urozhainost' i kachestvo zerna sorgo na chernozeme obyknovennom Tsentral'nogo Predkavkaz'ya [The effect of the aftereffect of long-term use of mineral fertilizers on productivity and quality of sorghum grain on ordinary blackearth of the Central Ciscaucasia] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 2. S. 84–91. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-84-91

8. Bartzialis D., Giannoulis K. D., Gintsioudis I., Danalatos N. G. Assessing the Efficiency of Different Nitrogen Fertilization Levels on Sorghum Yield and Quality Characteristics // Agriculture. 2023. Vol. 13, Article number: 1253. DOI: 10.3390/agriculture13061253

9. Correia B. A., Correia L. T., Americo J., Carvalho M. D. C. D., Feeitas J. D. C. The potential of sorghum as a staple food grown using fermented organic fertilizers and different plant spacings in east timor // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2023. Vol. 11, Iss. 8. R. 1261–1269. DOI: 10.17582/journal.aavs/2023/11.8.1261.1269

10. Gao F. C., Yan H. D., Gao Y., Huang Y., Li M., Song G. L., Li G. Y. Interpretation of genotype-environment-sowing date/plant density interaction in sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] in early mature regions of China // Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13, Article number: 1008198. DOI: 10.3389/fpls.2022.1008198

Поступила: 05.03.25; доработана после рецензирования: 26.03.25; принята к публикации: 26.03.25.

Критерии авторства. Авторы подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Метлина Г. В. – концептуализация исследований, подготовка рукописи, закладка и выполнение полевых опытов по сорго в условиях Ростовской области; Муслимов М. Г., Акаева Р. А. – закладка и выполнение полевых опытов по сорго, анализ и подготовка данных в условиях Республики Дагестан.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.