

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ БИОПРЕПАРАТОВ ФГБНУ ВНИИСХМ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ И СОРГО ЗЕРНОВОГО В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. А. Васильченко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых и пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCIDID: 0000-0003-1587-2533;

Г. В. Метлина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых и пропашных культур, ФГБНУ «АНЦ «Донской», metlina_gv@mail.ru, ORCIDID: 0000-0003-1712-0976;

А. П. Юрков², кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, ap.yurkov@arriam.ru, ORCID ID: 0000-0002-2231-6466;

Ю. В. Лактионов², кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273.

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт

сельскохозяйственной микробиологии,

196600, г. Санкт-Петербург, ш. Подбельского, д. 3; e-mail: arriam2008@yandex.ru

Полевые опыты проводили в 2020, 2021 и 2023 гг. на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» в лаборатории технологии возделывания зерновых и пропашных культур. Целью исследований являлось выявление влияния применения биопрепаратов производства ФГБНУ ВНИИСХМ (Санкт-Петербург) на продуктивность сорго зернового и кукурузы в условиях южной природно-сельскохозяйственной зоны Ростовской области. Почвы опытного участка представлены черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым с содержанием гумуса в пахотном слое 3,36 %, pH – 7,0, P₂O₅ – 24,4; K₂O – 360 мг/кг почвы. Объектом исследований являлись сорт сорго зернового Зерноградское 88 и гибрид кукурузы Зерноградский 354МВ. В 2020 г. отмечалось наименьшее выпадение атмосферных осадков (245 мм) за вегетационный период, а наибольшее их количество было в 2021 г. – 368,0 мм. Применение биопрепаратов производства ВНИИСХМ способствовало повышению полевой всхожести (2,2–2,8 и 3,0–4,5 %) и сохранности растений к уборке (1,9–2,9 и 2,7–3,4 %) на сорго зерновом и кукурузе соответственно. В результате улучшения элементов структуры урожайности отмечалось повышение урожайности зерна кукурузы на 0,33–0,45 т/га и сорго зернового на 0,35–0,43 т/га. Также повышение урожайности зерна от применения биопрепаратов на кукурузе и сорго зерновом способствовало росту стоимости валовой продукции на 3150–3870 руб./га и 3465–4725 руб./га соответственно. В вариантах с применением биопрепаратов отмечалась наиболее низкая себестоимость зерна (3208–3269 руб./т) и наиболее высокая рентабельность (173,9–180,5 %) при возделывании сорго зернового.

Ключевые слова: кукуруза, сорго зерновое, биопрепараты, урожайность, экономическая эффективность.

Для цитирования: Васильченко С. А., Метлина Г. В., Юрков А. П., Лактионов Ю. В. Сравнительная оценка применения современных биопрепаратов ФГБНУ ВНИИСХМ на продуктивность кукурузы и сорго зернового в условиях южной природно-сельскохозяйственной зоны Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 4. С. 77–83. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-99-4-77-83.



COMPARATIVE ESTIMATION OF THE USE OF MODERN BIOPRODUCTS OF THE FSBSI ARRIAMB ON MAIZE AND GRAIN SORGHUM PRODUCTIVITY IN THE SOUTHERN NATURAL AND AGRICULTURAL PART OF THE ROSTOV REGION

S. A. Vasilchenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cultivation technology of grain and row crops, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

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;

A. P. Yurkov², Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory for ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, ap.yurkov@arriam.ru, ORCID ID: 0000-0002-2231-6466;

Yu. V. Laktionov², Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory for ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273

¹FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²FSBSI All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology 196600, Saint-Petersburg, Pushkin, Podbelskiy Sh., 3; e-mail: arriam2008@yandex.ru

Field trials were conducted in 2020, 2021 and 2023 in the fields of the FSBSI "ARC "Donskoy" in the laboratory for cultivation technology of grain and row crops. The purpose of the current study was to identify the effect of bioproducts produced by the FSBSI ARRIAMB (St. Petersburg) on grain sorghum and maize productivity in the southern natural and agricultural part of the Rostov Region. The soils of the experimental plot were ordinary blackearth, heavy loamy, with 3.36% of humus in the arable layer, 7.0 pH, 24.4 of P₂O₅, 360 mg of K₂O per kg of soil. The object of the study was the grain sorghum variety 'Zernogradskoye 88' and the maize hybrid 'Zernogradsky 354MV'. In 2020 there was the lowest precipitation of 245 mm during the vegetation period and the highest amount of 368.0 mm was in 2021. The use of bioproducts produced by ARRIAMB contributed to an increase in field germination (2.2–2.8 % and 3.0–4.5 %) and plant survival for harvesting (1.9–2.9 % and 2.7–3.4 %) on grain sorghum and maize, respectively. As a result of improving yield structure elements, there was established an improvement of maize grain productivity by 0.33–0.45 t/ha and grain sorghum productivity by 0.35–0.43 t/ha. Also, the grain productivity increase, caused by bioproducts used on maize and grain sorghum, contributed to the cost increase of gross output by 3150–3870 rubles/ha and 3465–4725 rubles/ha, respectively. In the variants with the use of bioproducts, the lowest cost of grain (3208–3269 rubles/t) and the highest profitability (173.9–180.5 %) were established when cultivating grain sorghum.

Keywords: maize, grain sorghum, bioproducts, productivity, economic efficiency.

Введение. В России и мире отмечается рост применения биопрепаратов для растениеводства (Жемчужин и др., 2024). Ежегодные разработки ученых с целью перехода к производству экологически чистой агропродукции позволяют увеличивать ассортимент биопрепаратов (Савченко, 2019).

Применение биопрепаратов ассоциативных азотфиксаторов в агротехнологиях возделывания зерновых культур способствует увеличению урожайности основной и побочной продукции, повышает коэффициент использования азота из минеральных удобрений и его окупаемость зерном (Алферов и др., 2017; Алферов и др., 2018).

Применение биопрепаратов способствует повышению экономической и энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур (Козлова и др., 2017).

Обработка семян биопрепаратами положительно влияет на качество зерна, а также биомассы зерновых и кормовых культур, увеличивая содержание белка и энергии в получаемой продукции (Сухарева, 2021). При этом инокулянты на основе гриба арбускулярной микоризы *Rhizophagus irregularis* (ранее называемой *Glomus intraradices*) обладают неспецифическим действием, усиливая рост не менее 30 различных агрокультур (Юрков и др., 2017; Кирпичников и др., 2012; Юрков и др., 2018).

Обработка семян сорговых культур биопрепаратами увеличивает полевую всхожесть на 6–17 %, а также способствует повышению общей и продуктивной кустистости (Евчук и др., 2024; Сухарева, 2024).

Инокуляция семян комплексом микроорганизмов (КМ) в технологии прямого посева способствует оптимизации микробиоты в ризосфере и повышению адаптационного потенциала сорго зернового при неблагоприятных погодных условиях (Абдурашитова и др., 2022).

В связи с этим целью исследований являлось выявление влияния применения био-

препаратов производства ФГБНУ ВНИИСХМ на продуктивность сорго зернового и кукурузы в условиях южной природно-сельскохозяйственной зоны Ростовской области.

Материалы и методы исследований.

Полевые опыты проводили в 2020, 2021 и 2023 гг. на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» в лаборатории технологии возделывания зерновых и пропашных культур. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Содержание гумуса в пахотном слое 3,36%, pH – 7,0, P₂O₅ – 24,4; K₂O – 360 мг/кг почвы.

Технология возделывания кукурузы и сорго зернового общепринятая для южной зоны Ростовской области (Зональные системы земледелия Ростовской области, 2022; Ковтунова и др., 2018). Посев проводили селекционной сеялкой Клен 4,2 со следующими нормами высева: кукуруза – 60 тыс. шт. всхожих семян/га, сорго зерновое – 300 тыс. шт. всхожих семян/га. Посев кукурузы проводили в третьей декаде апреля – первой декаде мая, а сорго зернового во второй-третьей декаде мая.

Общая площадь делянки в опыте составляла 63 м², учетная – 46 м². Повторность четырехкратная. Расположение делянок систематическое. Предшественник озимая пшеница.

Исследуемые биопрепараты были представлены ФГБНУ ВНИИСХМ в рамках договора о научном сотрудничестве с ФГБНУ «АНЦ «Донской». Обработку семян биопрепаратами выполняли непосредственно перед посевом. В опыте изучались следующие биопрепараты.

Штамм *Bacillus subtilis* SS-1 – штамм демонстрирует выраженные свойства, способствующие росту растений, включая синтез фитогормонов, солюбилизацию фосфатов, продукцию сидерофоров, а также антагонистическую активность в отношении фитопатогенных грибов и бактерий.

Штамм *Bacillus amyloliquefaciens* SS-2 – эффективный антагонист фитопатогенов. Продуцирует широкий спектр антимикробных пептидов и лизоцимоподобных ферментов, подавляющих рост фитопатогенных грибов (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Alternaria* и др.) и бактерий.

Флавобактерин (биопестицид группы ФАРМАТ) – биопрепарат на основе бактерий *Flavobacterium* sp. L-30. Препарат азотфиксирующих бактерий фунгицидно-стимулирующего действия (синтезирует ряд антибиотиков феназинового типа, подавляющих рост и развитие фитопатогенных грибов рода *Fusarium*, *Gaeumannomyces* и др.).

Инокулянт «Арбускулярная микориза» (AM) на основе *Rhizophagus irregularis* штамм RCAM00320 (класс *Glomeromycetes*) представляет собой препарат на основе AM-гриба, который формирует в корнях растения-хозяина уникальные структуры – арбускулы и везикулы. AM-грибы помогают растениям улавливать питательные вещества, такие как фосфор, сера, азот и микроэлементы из почвы. Этот симбиоз представляет собой высокоразвитую мутуалистическую взаимосвязь, обнаруженную между грибами и растениями, наиболее распространенный из известных симбиозов растений.

Полевой опыт проводили на следующих сортах и гибридах.

Гибрид кукурузы *Зерноградский 354 МВ*. Оригинаторы ФГБНУ «АНЦ «Донской» и ФГБНУ ВНИИ кукурузы. Среднеспелый (ФАО 350), вегетационный период 113–118 дней. Растения среднерослые (210–230 см). Универсального использования: на зерно и силос. Гибрид среднеустойчив к поражению пузырчатой головней, высокоустойчив к другим болезням. Высокоустойчив к полеганию и ломкости стебля, засухоустойчив.

Сорт зернового сорго *Зерноградское 88*. Оригинатор ФГБНУ «АНЦ «Донской». Раннеспелый (вегетационный период 90–95 дней), низкорослый (высота растений 92–94 см). Относится к виду сорго хлебного. Масса 1000 зерен 24–26 г. Содержание в зерне: белка – 12–13 %, крахмала – 72,0–77,0 %, жира – 3,5–4,3 %, Сорт низкорослый, устойчивый к полеганию.

В годы исследований среднесуточная температура воздуха за период апрель–сентябрь составляла 19,6 °С в 2020 г., 20,0 °С в 2021 г. и 19,2 °С в 2023 г. (табл. 1).

Таблица 1. Среднесуточная температура воздуха в вегетационный период кукурузы (по данным www.rp5.ru)
Table 1. Average daily air temperature during the vegetation period of maize (according to www.rp5.ru)

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С			Среднемноголетняя температура воздуха, °С	Осадки, мм			Среднемноголетние осадки, мм
	2020 г.	2021 г.	2023 г.		2020 г.	2021 г.	2023 г.	
Апрель	9,1	11,9	11,3	10,7	18,2	95,7	82,4	42,7
Май	15,4	18,1	15,6	16,5	79,9	64,5	110,4	51,3
Июнь	23,1	21,5	20,4	20,5	38,8	103,9	37,0	71,3
Июль	25,7	26,7	23,6	23,1	60,7	24,6	51,7	57,7
Август	23,3	25,8	25,6	21,9	44,7	51,1	19,5	45,2
Сентябрь	20,7	16,1	18,6	16,3	2,7	28,5	20,5	42,3
Среднее	19,6	20,0	19,2	18,2	–	–	–	–
Сумма	–	–	–	–	245,0	368,3	321,5	310,5

Наиболее низкие среднесуточные температуры воздуха были зафиксированы в апреле, когда ее значения находились на уровне 9,1–11,9 °С при норме 10,7 °С. Май 2021 и 2023 гг. характеризовался ее значением на 1,1 и 0,9 °С ниже нормы.

В летние месяцы отмечалось превышение среднесуточной температуры воздуха над среднемноголетней, за исключением июня 2023 года. В сентябре 2020 и 2023 гг. наблюдалось превышение значения данного показателя над среднемноголетней нормой на 4,4 и 2,3 °С.

Наиболее засушливым годом исследования был 2020-й, когда сумма осадков за период апрель – сентябрь составила 245 мм. В 2021 и 2023 гг. превышение к среднемноголетней норме осадков составляло 57,8 и 11,0 мм соответственно. Так, в апреле и мае наблюдалось превышение среднего количества осадков

на 22,7 и 33,6 мм. В летние месяцы и в сентябре, наоборот, среднее количество осадков за годы исследований было ниже среднегодового количества осадков на 6,8–25,1 мм.

Подобные гидротермические условия были благоприятны для возделывания кукурузы и сорго зернового в 2021 и 2023 гг. и менее благоприятны в 2020 году.

Результаты и их обсуждение. Изучаемые в опыте биопрепараты оказали влияние на полевую всхожесть и сохранность растений к уборке кукурузы и сорго зернового. Полевая всхожесть по сорго зерновому составляла 82,6–85,4 %, кукурузе – 81,8–86,3 % (табл. 2).

Применяемые биопрепараты за счет улучшения азотного и фосфорного питания способствовали повышению сохранности растений к уборке. В вариантах с применением биопрепаратов на сорго зерновом прибавка составляла 1,9–2,9 %, на кукурузе – 2,7–3,4 %.

Таблица 2. Влияние биопрепаратов на полевую всхожесть и сохранность к уборке растений сорго зернового и кукурузы (2020–2021, 2023 гг.)
Table 2. Effect of bioproducts on field germination and survival for harvesting of grain sorghum and maize plants (2020–2021, 2023)

Культура	Вариант	Полевая всхожесть, %	Густота стояния растений, шт./м ²		Сохранность растений к уборке, %
			Сорго	Кукуруза	
Сорго зерновое	Контроль	82,6	24,78	20,62	83,2
	SS-1	85,0	25,51	21,71	85,1
	SS-2	84,8	25,43	21,78	85,6
	Флавобактерин	85,3	25,58	22,03	86,1
	AM	85,4	25,62	21,95	85,7
	Среднее	–	25,38	21,62	–
	HCP ₀₅	–	0,59	0,85	–
Кукуруза	Контроль	81,8	4,91	4,11	83,7
	SS-1	84,8	5,09	4,40	86,4
	SS-2	85,5	5,13	4,46	86,9
	Флавобактерин	86,3	5,18	4,51	87,1
	Среднее	–	5,08	4,37	–
	HCP ₀₅	–	0,20	0,16	–

В результате применения биопрепаратов для обработки семян отмечалось увеличение показателей зерновой продуктивности сорго зернового, где достоверное превышение зна-

чений над величиной наименьшей существенной разности отмечалось в вариантах SS-2 и AM (табл. 3).

Таблица 3. Влияние биопрепаратов на показатели структуры урожайности сорго зернового и кукурузы (2020–2021, 2023 гг.)
Table 3. Effect of bioproducts on yield structure indicators of grain sorghum and maize (2020–2021, 2023)

Вариант	Сорго зерновое			Кукуруза		
	Масса метелки	Масса зерна с метелки	Масса 1000 зерен	Масса початка	Масса зерна с початка	Масса 1000 зерен
Контроль	24,0	19,2	21,2	126,9	100,6	268,1
SS-1	25,4	20,3	22,0	141,7	111,8	295,1
SS-2	26,3	21,0	23,1	140,5	111,5	285,4
Флавобактерин	24,8	19,8	22,7	144,1	114,8	292,3
AM	25,9	20,7	24,2	–	–	–
Среднее	25,2	20,2	22,6	138,3	109,7	285,2
HCP ₀₅	1,7	1,4	1,8	10,8	8,0	20,7

Примечание: «–» – AM не применялась.

Полученные прибавки на гибриде Зерноградский 354МВ по показателям «масса початка» (13,6–17,2 г), «масса зерна с початка» (10,9–14,2 г), «масса 1000 зерен» (17,3–27,0 г) были достоверны.

В среднем за годы исследований наименьшая урожайность отмечалась в контрольном варианте как по сорго зерновому, так и по кукурузе (рис. 1).

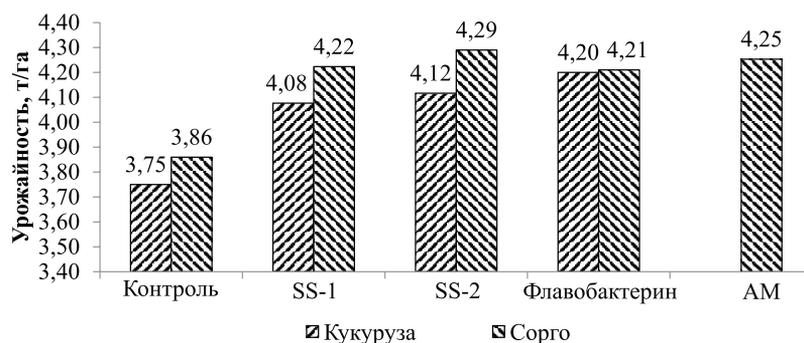


Рис. 1. Влияние применения биопрепаратов на урожайность зерна кукурузы и сорго зернового (среднее за 2020–2021, 2023 гг.)

Fig. 1. Effect of bioproducts on maize and grain sorghum productivity (mean in 2020–2021, 2023)

Примечание. HCP₀₅ по кукурузе – 0,32 т/га, по сорго зерновому – 0,30 т/га.

Применяемые биопрепараты положительно влияли на урожайность зерна, а полученные прибавки достоверно превышали контроль. Уровень прибавки от применения биопрепаратов составил по кукурузе 0,33–0,45 т/га, по сорго зерновому – 0,35–0,43 т/га. Вариабельность урожайности была высокой по обеим культурам и находилась в пределах 21,6–29,7% по сорго зерновому и 32,1–39,3% по кукурузе. При проведении корреляционного анализа было выявлено, что на формирование урожайности сорго зернового наиболее сильное влияние оказывают масса метелки ($r = 0,98 \pm 0,03$) и масса зерна с метелки ($r = 0,99 \pm 0,03$). Подобная тенденция также отмечалась и на кукурузе, где сильная корреляционная связь на-

блюдалась между урожайностью и массой початка ($r = 0,93 \pm 0,12$) и урожайностью и массой зерна с початка ($r = 0,93 \pm 0,12$). Среднесуточная температура воздуха имела сильную отрицательную корреляционную связь с урожайностью как кукурузы ($r = -0,98 \pm 0,06$), так и сорго зернового ($r = -0,97 \pm 0,06$).

Экономическая эффективность применения биопрепаратов проявлялась в увеличении стоимости валовой продукции, повышении условночистого дохода и рентабельности, а также снижении себестоимости продукции. Увеличение урожайности зерна способствовало повышению стоимости полученной продукции на 3465–4725 руб./га по сорго зерновому и на 3150–3870 руб./га по кукурузе (табл. 4).

Таблица 4. Влияние биопрепаратов на показатели экономической эффективности возделывания кукурузы и сорго зернового (2020–2021, 2023 гг.)
Table 4. Effect of bioproducts on economic efficiency indicators of maize and grain sorghum cultivation (2020–2021, 2023)

Культура	Вариант опыта	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Кукуруза	Контроль	39 375	22 214	17 161	5924	77,3
	SS-1	42 840	22 767	20 073	5580	88,2
	SS-2	43 260	22 706	20 554	5511	90,5
	Флавобактерин	44 100	22 726	21 374	5411	94,0
Сорго зерновое	Контроль	34 740	13 346	21 394	3458	160,3
	SS-1	37 980	13 755	24 225	3260	176,1
	SS-2	38 610	13 763	24 847	3208	180,5
	Флавобактерин	37 890	13 836	24 054	3286	173,9
	AM	38 250	13 891	24 359	3269	175,4

Условночистый доход находился в пределах 17 161–21 374 руб./га по кукурузе и 21 394–24 847 руб./га по сорго зерновому. В вариантах с применением биопрепаратов себестоимость произведенной продукции снижалась и составила 5411–5580 руб./т по кукурузе и 3208–3269 руб./т по сорго зерновому против 5924 и 3458 руб./т соответственно на контрольном варианте.

Более высокий уровень рентабельности (160,3–180,5%) отмечался при возделывании сорго зернового, что было связано с низкими производственными затратами. Высокие производственные затраты значительно снижают рентабельность возделывания кукурузы, где ее значения находились на уровне 88,2–94,0% в вариантах применения биопрепаратов против 77,3% на контроле.

Выводы. Таким образом, применение биопрепаратов производства ВНИИСХМ (г. Санкт-

Петербург) способствовало повышениюлевой всхожести и сохранности растений к уборке. Улучшение показателей структуры урожайности положительно отразилось на урожайности зерна кукурузы и сорго зернового, где прибавка составила 0,33–0,45 т/га по кукурузе и 0,35–0,43 т/га по сорго зерновому. Повышение урожайности зерна способствовало росту стоимости валовой продукции на 3465–4725 руб./га по сорго зерновому и на 3150–3870 руб./га по кукурузе. Наиболее низкая себестоимость 1 т зерна (3208–3269 руб.) и наиболее высокая рентабельность (173,9–180,5%) отмечалась при возделывании сорго зернового в вариантах с применением биопрепаратов.

Финансирование. Государственное задание № FGEW-2024-0009 – ФГБНУ ВНИИСХМ. Государственное задание № 0505-2022-0004 – ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской».

Библиографический список

- Абдурашитова Э. Р., Мельничук Т. Н., Абдурашитов С. Ф., Еговцева А. Ю., Турин Е. Н., Гонгало А. А. Адаптивность микробоценоза ризосферы *Sorghumbicolor* под влиянием микробных агентов в условиях чернозема южного // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 2. С. 67–72. DOI: 10.31857/S2500262722020132
- Алферов А. А., Чернова Л. С., Кожемяков А. П. Эффективность применения биопрепаратов на яровой пшенице в Европейской части России на разных фонах минерального питания // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 6. С. 17–21.
- Алферов А. А., Завалин А. А., Чернова Л. С. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при инокуляции семян Ризоагрином // Вестник Российской сельскохозяйственной наук. 2018. № 2. С. 12–16. DOI: 10.30850/vrsn/2018/2/12-16

4. Евчук М. В., Петров Н. Ю., Батыров В. А., Джиргалова Е. А., Хулхачиева Л., Болаев Б. К., Арылов Ю. Н. Влияние биопрепаратов на продуктивность сорговых культур на светло-каштановых почвах Калмыкии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. Т. 74, № 2. 2024. С. 95–103. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-02-11
5. Жемчужин С. Г., Спиридонов Ю. Я., Босак Г. С. Биопестициды: современное состояние проблемы (дайджест публикаций за 2012–2017 гг.) // Агрохимия. № 11. 2019. С. 77–85. DOI: 10.1134/S0002188119110140
6. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2022 – 2026 гг. Ростов-на Дону: ООО «Альтаир», 2022. 736 с.
7. Кирпичников Н. А., Волков А. А., Чернышкова Л. Б., Юрков А. П., Якоби Л. М., Кожемяков А. П., Завалин А. А. Влияние фосфорных удобрений, известкования и биопрепаратов на растения ячменя и клевера в смешанном посеве // Агрохимия. 2012. № 11. С. 16–27.
8. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Горпиниченко С. И., Ермолина Г. М., Метлина Г. В., Романюкин А. Е., Васильченко С. А., Шишова Е. А., Лушпина О. А., Сухенко Н. Н., Алабушев А. В. Рекомендации по технологии возделывания сорго зернового, сахарного и суданской травы. Саратов, 2018. 28 с.
9. Козлова Л. М., Попов Ф. А., Носкова Е. Н., Иванов В. Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 3(58). С. 43–48.
10. Савченко И. В. Ресурсосберегающее экологически чистое растениеводство для получения продукции высокого качества // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89, № 5. С. 527–531. DOI: 10.31857/S0869-5873895527-531
11. Сухарева Л. В. Оценка влияния биопрепаратов на рост и развитие сорговых культур в условиях Вологодской области // АгроЗооТехника. 2021. Т. 4, № 3. DOI: 10.15838/alt.2021.4.3.3
12. Сухарева Л. В. Действие биопрепаратов на ростовые параметры *Sorghumsudanense* (Piper) Stapf // Аграрный вестник Урала. Т. 24, № 1. 2024. С. 12–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-12-21
13. Юрков А. П., Кожемяков А. П., Степанова Г. В. Эффективность некоторых микробных биопрепаратов на основе бактерий и грибов арбускулярной микоризы // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. 2018. Т. 19, № 67. С. 20–28.
14. Юрков А. П., Лактионов Ю. В., Кожемяков А. П., Степанова Г. В. Анализ симбиотической эффективности бактериальных и грибных препаратов на кормовых культурах по данным урожайности семян // Кормопроизводство. 2017. № 3. С. 16–21.

References

1. Abdurashitova E. R., Mel'nichuk T. N., Abdurashitov S. F., Egovtseva A. Yu., Turin E. N., Gongalo A. A. Adaptivnost' mikrobotsenoza rizosfery *Sorghum bicolor* pod vliyaniem mikrobynykh agentov v usloviyakh chernozema yuzhnogo [Adaptability of the microbiocenosis of the rhizosphere of *Sorghum bicolor* under the effect of microbial agents in the conditions of southern blackearth] // Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2022. № 2. S. 67–72. DOI: 10.31857/S2500262722020132
2. Alferov A. A., Chernova L. S., Kozhemyakov A. P. Effektivnost' primeneniya biopreparatov na yarovoi pshenitse v Evropeiskoi chasti Rossii na raznykh fonakh mineral'nogo pitaniya [Efficiency of bioproducts on spring wheat in the European part of Russia on different backgrounds of mineral nutrition] // Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2017. № 6. S. 17–21.
3. Alferov A. A., Zavalin A. A., Chernova L. S. Urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy pri inokulyatsii semyan Rizoagrinom [Productivity and grain quality of spring wheat when inoculating seeds with Rizoagrin] // Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauk. 2018. № 2. S. 12–16. DOI: 10.30850/vrsn/2018/2/12-16
4. Evchuk M. V., Petrov N. Yu., Batyrov V. A., Dzhirgalova E. A., Khulhachieva L., Bolaev B. K., Arylov Yu. N. Vliyanie biopreparatov na produktivnost' sorgovykh kul'tur na svetlo-kashtanovykh pochvakh Kalmykii [The effect of bioproducts on sorghum productivity on light chestnut soils of Kalmykia] // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. T. 74, № 2. 2024. S. 95–103. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-02-11
5. Zhemchuzhin S. G., Spiridonov Yu. Ya., Bosak G. S. Biopestitsidy: sovremennoe sostoyanie problemy (dajzhest publikatsii za 2012–2017 gg.) [Biopesticides: current state of the problem (Publication Digest of 2012–2017)] // Agrokhimiya. № 11. 2019. S. 77–85. DOI: 10.1134/S0002188119110140
6. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoi oblasti v 2022–2026 gg [Zonal farming systems of the Rostov region in 2022–2026]. Rostov-na-Donu, 2022. 736 s.
7. Kirpichnikov N. A., Volkov A. A., Chernyshkova L. B., Yurkov A. P., Yakobi L. M., Kozhemyakov A. P., Zavalin A. A. Vliyanie fosfornykh udobrenii, izvestkovaniya i biopreparatov na rasteniya yachmenya i klevera v smeshannom poseve [The effect of phosphorus fertilizers, liming and bioproducts on barley and clover in mixed cropping] // Agrokhimiya. 2012. № 11. S. 16–27.
8. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Gorpichenko S. I., Ermolina G. M., Metlina G. V., Romanyukin A. E., Vasil'chenko S. A., Shishova E. A., Lushpina O. A., Sukhenko N. N., Alabushev A. V. Rekomendatsii po tekhnologii vozdelvaniya sorgo zernovogo, sakharnogo i sudanskoi travy [Recommendations on the cultivation technology of grain sorghum, sweet sorghum and Sudan grass]. Saratov, 2018. 28 s.
9. Kozlova L. M., Popov F. A., Noskova E. N., Ivanov V. L. Uluchshennaya resursosberegayushchaya tekhnologiya obrabotki pochvy i primeneniya biopreparatov pod yarovye zernovye kul'tury v usloviyakh tsentral'noi zony Severo-Vostoka evropeiskoi chasti Rossii [Improved resource-saving technology of soil cultivation and application of bioproducts for spring grain crops in the central part of the North-East of the European part of Russia] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2017. № 3(58). S. 43–48.

10. Savchenko I. V. Resursosberegayushchie ekologicheskie chistoe rastenievodstvo dlya polucheniya produktii vysokogo kachestva [Resource-saving environmentally friendly crop production for obtaining high-quality products] // Vestnik Rossiiskoi akademii nauk. 2019. T. 89, № 5. S. 527–531. DOI: 10.31857/S0869-5873895527-531

11. Sukhareva L. V. Otsenka vliyaniya biopreparatov na rost i razvitie sorgovykh kul'tur v usloviyakh Vologodskoi oblasti [Estimation of the effect of bioproducts on the sorghum growth and development in the Vologda region] // AgroZooTekhnika. 2021. T. 4, № 3. DOI: 10.15838/alt.2021.4.3.3

12. Sukhareva L. V. Deistvie biopreparatov na rostovye parametry *Sorghum sudanense* (Riper) Stapf [The effect of bioproducts on the growth parameters of *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf] // Agrarnyi vestnik Urala. T. 24, № 1. 2024. S. 12–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-12-21

13. Yurkov A. P., Kozhemyakov A. P., Stepanova G. V. Effektivnost' nekotorykh mikrobnnykh biopreparatov na osnove bakterii i gribov arbuskulyarnoi mikorizy [Efficiency of some microbial bioproducts based on bacteria and fungi of arbuscular mycorrhiza] // Mnogofunktional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo. 2018. T. 19, № 67. S. 20–28.

14. Yurkov A. P., Laktionov Yu. V., Kozhemyakov A. P., Stepanova G. V. Analiz simbioticheskoi effektivnosti bakterial'nykh i gribnykh preparatov na kormovykh kul'turakh po dannym urozhainosti semyan [Analysis of the symbiotic efficiency of bacterial and fungal products on forage crops according to seed productivity data] // Kormoproizvodstvo. 2017. № 3. S. 16–21.

Поступила: 28.04.25; доработана после рецензирования: 20.06.25; принята к публикации: 03.07.25.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Васильченко С. А. – концептуализация исследований, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Метлина Г. В. – концептуализация исследований, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Юрков А. П. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Лактионов Ю. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.