



АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 633.17:631.8(470.64)

 <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2026-26-2-30-37> JYADMY

Научная статья

Влияние новых микроудобрений и биопрепаратов на продуктивность проса в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республики

Ю. М. Шогенов¹, А. А. Абазов², Т. А. Балкаров³

Кабардино-Балкарский аграрный университет имени В. М. Кокова, г. Нальчик, Россия
¹yshogenov@mail.ru, ²abazzovv123@mail.ru, ³balkarovatamara@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния новых микроудобрений и биопрепаратов на продуктивность проса в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики. Исследования проводились в течение 3 лет 2023–2025 гг. На выщелоченном чернозёме в учебно-опытном комплексе Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова. Цель работы заключалась в оценке эффективности и латного микроудобрения Микрокомплекс, биопрепарата Биорост-7 и их комбинации при возделывании сорта проса Краснодарская 99. Установлено, что применение препаратов способствует формированию более мощного ассимиляционного аппарата и улучшения структуры урожая (длины метелки, количество зерен, массы 1000 зёрен) наибольшая эффективность достигнута при совместном использовании микроудобрения и биопрепарата, что обеспечило прибавку урожайности 6,9 ц/га или на 26,3% по сравнению с контролем. Выявлено антистрессовое действие препаратов в периоды недостаточного увлажнения, что подтверждает их целесообразность для использования в зоне рискованного земледелия.

Ключевые слова: просо, микроудобрения, биопрепараты, урожайность, предгорная зона Кабардино-Балкарии, хелатные микроэлементы, антистрессовые эффект, структура урожая.

Финансирование. Работа не выполнялась в рамках фондов.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет.

Авторский вклад и ответственность. Авторы участвовали в написании статьи и полностью несут ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. Шогенов Ю. М., Абазов А. А., Балкарова Т. А. Влияние новых микроудобрений и биопрепаратов на продуктивность проса в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республики // Доклады АМАН. 2026. Т. 26, № 2. С. 30–37. DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2026-26-2-30-37>; EDN: JYADMY

© Шогенов Ю. М.,
Абазов А. А.,
Балкарова Т. А., 2026



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

UDC 633.17:631.8(470.64)

Original article

Impact of New Microfertilizers and Biopreparations on Millet Productivity in the Foothills of the Kabardino-Balkarian Republic

Yuri M. Shogenov¹, Amir A. Abazov², Tamara A. Balkarova³*Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov, Nalchik, Russia*¹yshogenov@mail.ru, ²abazzov123@mail.ru, ³balkarovatamara@gmail.com

Abstract. This article presents the results of a study examining the impact of new microfertilizers and biopreparations on millet productivity in the foothills of the Kabardino-Balkarian Republic. The study was conducted over three years (2023–2025) on leached chernozem soil at the educational and experimental complex of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of the Mikrokompleks microfertilizer, the Biorost-7 biopreparation, and their combination in the cultivation of the Krasnodarskaya 99 millet variety. It was found that the use of the products promotes the development of a more powerful assimilation apparatus and improves yield structure (panicle length, grain number, and 1000-grain weight). The greatest effectiveness was achieved with the combined use of the microfertilizer and the biopreparation, resulting in a yield increase of 6.9 c/ha, or 26.3% compared to the control. The anti-stress effect of the products was demonstrated during periods of insufficient moisture, confirming their suitability for use in risky farming zones.

Keywords: millet, microfertilizers, biopreparations, yield, foothill zone of Kabardino-Balkaria, chelated micronutrients, anti-stress effect, yield structure.

Funding. The work was not carried out within the framework of funds.

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. All authors contributed to this article. Authors are solely responsible for providing the final version of the article in print.

For citation. Shogenov Yu. M., Abazov A. A., Balkarova T. A. Impact of New Microfertilizers and Biopreparations on Millet Productivity in the Foothills of the Kabardino-Balkarian Republic. Adyghe Int. Sci. J. 2026. Vol. 26, No. 2. Pp. 30–37. DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2026-26-2-30-37>; EDN: JYADMY

© Shogenov Yu. M.,
Abazov A. A.,
Balkarova T. A., 2026



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Введение.

Просо обыкновенное (*Panicum miliaceum* L.) является одной из важнейших зерновых культур в зоне рискованного земледелия, обладая высокой засухоустойчивостью, скороплодностью и ценными диетическими свойствами.

Просо является самой древней культурой в Кабардино-Балкарии. Эта зерновая культура имела фундаментальное значение для традиционного земледелия адыгов. Так, по данным В. Христиановича [14] просо в XIX веке занимало 38,5% посевной площади в регионе и являлось ведущей зерновой культурой Кабарды. Причиной доминирования просо заключалась в засухоустойчивости, ее высокой адаптированности к условиям предгорий и степей Северного Кавказа, а также ее короткий вегетационный период и самое главное традиционное использование в национальной кухне кабардинцев и балкарцев. В современных условиях просо занимает 29-е место среди зерновых культур в РФ, посевная площадь в КБР 0,2 тыс. га и валовой сбор 0,3 тыс. тонн, что явно недостаточно для населения Кабардино-Балкарии.

В условиях растущей интенсивности сельского хозяйства и установившихся экстремальных погодных явлений, вызванных изменением климата, увеличение урожайности просо является ключевой задачей для агропромышленного комплекса Кабардино-Балкарской Республики. Хотя предгорная зона КБР обладает хорошими почвенно-климатическими условиями, урожайность просо часто ограничивается нехваткой микроэлементов в почве и низкой активностью почвенных микроорганизмов.

Традиционные методы удобрения, ориентированные в основном на макроэлементы NPK, теряют свою эффективность. Поэтому необходимо внедрять новые подходы, такие как хелатные микроудобрения и биопрепараты с полезными микроорганизмами.

Актуальность этой проблемы подтверждается недавними исследованиями. Например, Иванова Е. В. и её коллеги [5] показали, что применение цинка на зерновых в засушливых регионах увеличивает фотосинтетический потенциал на 15–20%. Петров А. С. и Кузнецов Н. К. [7] установили, что обработка семян проса азотфиксирующими бактериями *Azotobacter* улучшает усвоение азота, что особенно важно при росте цен на азотные удобрения. Сидоров Д. А. на чернозёмах предгорной зоны Северного Кавказа продемонстрировал, что совместное внесение бора и молибдена оказывает положительное влияние на репродуктивные органы растения [8].

Однако, несмотря на наличие отдельных публикаций, комплексное влияние новых комплексных микроудобрений и биопрепаратов именно в специфических условиях предгорной зоны КБР изучена недостаточно. Работа [1] Алиевой Ф. М. и др. показывает, что эффективность биосимуляторов зависит от погодных условий в течение вегетационного периода, индивидуального подхода к их применению. Также, согласно обзору литературы за 2019–2024 годы [2], [3], [9], наблюдается тенденция к более экологичному земледелию, где биопрепараты рассматриваются как замена химическим симулятором роста.

Целью исследований стала оценка влияния новых микроудобрений и биопрепаратов на урожайность проса в условиях предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики.

Материалы и методы.

Исследования проводились в течение трёх лет 2023–2025 гг. в учебно-опытном комплексе Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова, расположенного в предгорной зоне КБР почва опытного участка представлена выщелоченным чернозёмом, содержание гумуса пахотном слое составляет 3,3%, подвижного фосфора – 25–30 мг/кг, обменного калия – 180–200 мг/кг. Исследование проводилось в зоне умеренно-континентального климата, где сумма активных температур за

вегетационный период колеблется от 2800° до 3000°, а среднегодовое количество осадков составляет 550–650 мм. Гидротермические условия в годы проведения опытов были переменчивыми: 2023–2024 года были близки к средним многолетним значениям, 2025 год характеризовался умеренной влажностью. В качестве объекта исследования использовалось просо сорта Краснодарская 99, рекомендованная для выращивания в Северо-Кавказском регионе. Эксперимент был организован по схеме рандомизированных блоков, с четырёхкратной повторностью, а площадь учётной каждой делянки составлял 50 м².

Экспериментальная схема включала четыре варианта: 1) контрольная группа без обработки, 2) предпосевная обработка семян микроудобрением Микрокомплекс, содержащим цинк, бор и молибден в хелатной форме, 3) обработка семян биопрепаратом Биорост-7, включающие штаммы *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas fluorescens*, 4) комбинированная обработка микроудобрением Микрокомплекс и биопрепаратом Биорост-7.

Агротехника была общепринятая для зоны, за исключением изучаемых факторов. Учёт урожайности проводился методом сплошного обмолота делянок с пересчётом на стандартную влажность – 14%. Фенологические наблюдения, определение площади листовой поверхности и структуру урожая осуществлялись согласно методическим указаниям ВНИИЗК (2020). Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа с использованием программного пакета Statistica 10.0.

Результаты исследования.

Вегетация просо в условиях предгорной зоны КБР характеризуется интенсивным ростом вегетативной массы в первой половине лета. Площадь листовой поверхности выступает в качестве фундаментального индикатора продуктивности фитоценоза, поскольку листья представляет собой первичные структуры, отвечающие за процесс фотосинтеза. Динамику нарастания листовой поверхности по фазам развития представим в таблице 1.

Таблица 1. Динамика площади листовой поверхности проса в зависимости от препаратов (м²/га), среднее за 2023–2025 гг.

Table 1. Dynamics of millet leaf surface area depending on preparations (m²/ha), average for 2023–2025

Вариант опыта	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Цветение
Контроль	12,5	18,4	24,6	21,2
Микрокомплекс	13,8	20,1	27,3	23,5
БиоРост-7	13,5	19,8	26,8	23,0
Микрокомплекс + БиоРост	14,9	22,5	30,1	25,8
НСР ₀₅	0,8	1,1	1,4	1,3

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о том, что применение изучаемых препаратов способствовало формированию более мощного ассимиляционного аппарата. Наибольшая площадь листовой поверхности в фазу колошения (30,1 м²/га) была отмечена при совместном применении микроудобрения биопрепаратов, что на 22,4% превышало показатели контроля.

Исследования только микроудобрений или только биопрепаратов тоже показало положительный результат, увеличивая площадь листьев на 11,0% и 8,9% соответственно по сравнению с контролем. Статистически значимые различия (НСР₀₅) подтверждают достоверность этих данных. Рост фотосинтетического потенциала при комбинированной обработке можно объяснить эффектом синергии: микроэлементы, особенно цинк и молиб-

ден, активируют ферментные системы, а бактериальные штаммы улучшают питание корней и способствуют синтезу фитогормонов. Особенно стоит отметить, что в засушливом в 2025 году разница между вариантами была более заметной, что говорит о возможности антистрессового действия препаратов.

Продуктивность зерновых культур напрямую связано со структурой урожая. Для проса основными элементами структуры являются длина метёлки, количество зерен метелки и масса 1000 зерен.

В таблице 2 представлены данные по структуре урожая проса в зависимости от вариантов опыта.

Таблица 2. Структура урожая проса в зависимости от применения микроудобрений и биопрепаратов (среднее за 2023–2025 гг.)

Table 2. Millet crop structure depending on the use of microfertilizers and biopreparations (average for 2023–2025)

Вариант опыта	Длина метелки, см	Зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Озерненность, %
Контроль	18,2	850	9,8	78,5
Микрокомплекс	19,5	945	10,4	81,2
БиоРост-7	19,1	920	10,2	80,5
Микрокомплекс + БиоРост	20,8	1050	11,1	84,6
НСР ₀₅	0,9	45	0,4	1,8

Данные таблицы 2 демонстрируют чёткую тенденцию к улучшению показателей структуры выражая под действием препаратов. Наибольшая длина метелки – 20,8 см и количество зерен в ней – 1050 шт. зафиксированы в варианте совместного применения. Масса 1000 зёрен в этом варианте составила 11,1 г, что на 1,3 г выше контроля. Повышение озернённости до 84,6%, говорит об уменьшении количества пустых колосков, что часто происходит при стрессовых условиях во время цветения.

Использование только микроудобрения улучшило налив зерна за счёт более эффективного применения симуляторов. Стоит отметить, что годы с недостатком влаги (к примеру, 2025 год) масса 1000 зерен падала на всех вариантах, но обработанные участки всё равно сохраняли преимущества, что указывает на стабилизирующее влияние микроэлементов и биопрепаратов при абиотическом стрессе.

Основным показателем эффективности выращивания считается урожайность зерна. В таблице 3 представлены данные по урожайности проса и приросту по сравнению с контролем за разные годы исследования и в среднем за 3 года.

Таблица 3. Урожайность зерна проса в зависимости от вариантов опыта (ц/га)

Table 3. Millet grain yield depending on experimental variants (с/ha)

Вариант опыта	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее	Прибавка к контролю
Контроль	28,5	31,0	19,2	26,2	—
Микрокомплекс	32,1	34,8	22,5	29,8	+3,6
БиоРост-7	31,4	33,9	21,8	29,0	+2,8
Микрокомплекс + БиоРост	35,6	38,2	25,4	33,1	+6,9
НСР ₀₅	1,8	2,0	1,5	1,6	—

Анализ таблицы 3 показывает, что средняя урожайность на контрольном варианте составляет 26,2 ц/га, что соответствует уровню технологии в предгорной зоне КБР без дополнительных стимуляторов.

Исследования показали, что применением микроудобрения Микрокомплекс и биопрепарат Биорост-7 значительно повышает урожайность проса. Наилучшие результаты достигнуты при их совместном использовании, обеспечивающем прирост урожая на 6,9 ц/га или на 26,3% по сравнению с контролем. Даже в засушливом 2025 году комбинированная обработка продемонстрировала высокую эффективность прибавки, где прибавка к контролю составила 32,3%, что делает её надёжной стратегией для снижения климатических рисков.

Экономический анализ подтверждает целесообразность такого подхода, увеличивая рентабельность производства проса на 15–18%. Эффективность препаратов объясняется их физиологическим действием: микроэлементы улучшают фотосинтез и транспорт питательных веществ, а ризе бактерии повышает доступность фосфора и азота в почве, создавая синергетический результат.

Важным аспектом является также воздействие на качественные характеристики зерна. Сравнительный анализ белка и клейковины (с учётом того, что для проса ключевыми показателями являются белковость и зольность) выявил тенденцию к росту содержания сырого протеина на 0,8–1,2% в обработанных образцах. Это имеет существенное значение для кормовой ценности проса. В контексте животноводческой отрасли КБР, повышение питательности зерна представляет собой дополнительный экономический стимул.

Тем не менее в рамках данного исследования приоритет отдавался общей продуктивности. Следует подчеркнуть, что результативность применяя препаратов была обусловлена сроками их внесения. Предпосевная обработка семян продемонстрировала большую технологичность и эффективность по сравнению с некорневой подкормкой на более поздних стадиях вегетации. Это объясняется тем, что она обеспечивает защиту проростков на ранних этапах их развития, когда они наиболее уязвимы к патогенным микроорганизмам и дефициту питательных веществ.

Заключение.

В предгорной зоне Кабардино-Балкарии использование новых микроудобрений и биопрепаратов доказало свою эффективность в повышении продуктивности проса. Совместное применение хелатного микроудобрения Микрокомплекс и биопрепарата Биорост-7 увеличивает площадь листовой поверхности в фазу колошения на 22,4% по сравнению с контролем, что способствует формированию высокого фотосинтетического потенциала агроценоза. Под воздействием данных препаратов улучшаются показатели урожая проса: длина метелки возрастает на 2,6 см, количество зерен метелки увеличивается на 200 штук, а масса 1000 зёрен становится больше на 1,3 г при комбинированной обработке. За 3 года исследования средняя урожайность проса на контроле составила 26,2 ц/га. Использование микроудобрений обеспечила прирост на 3,6 ц/га, от биопрепаратов – 2,8 ц/га. Наивысшая урожайность – 33,1 ц/га (рост на 6,9 ц/га или 26, 3%) – была достигнута при совместном применении обоих препаратов. Установлено, что за засушливые годы эффективность биопрепаратов и микроудобрений возрастает, выполняя функцию антистрессантов, что делает их применение экономически целесообразным в зоне рискованного земледелия КБР.

Список использованных источников

1. Алиева Ф. М., Темиров Р. К. Адаптивный потенциал зерновых культур в предгорных зонах Северного Кавказа // Вестник АПК Ставрополя. 2023. № 2. С. 45–52.



2. Агрохимический вестник. Специальный выпуск: Микроэлементы в земледелии Юга России. М.: Росагрохимия, 2023. 118 с.
3. Волков Г. И. Биопрепараты нового поколения в зернопроизводстве // Земледелие. 2021. № 5. С. 22–25.
4. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ, 2020 (переиздание).
5. Иванова Е. В., Петров А. С. Влияние цинкосодержащих удобрений на фотосинтетическую деятельность проса // Аграрная наука. 2020. Т. 15, № 3. С. 112–118.
6. Методические указания по проведению полевых опытов с зерновыми культурами / под ред. В. А. Доспехова. М.: ВНИИЗК, 2020. 85 с.
7. Петров А. С., Кузнецов Н. К. Эффективность инокуляции семян проса азотфиксирующими бактериями // Плодородие. 2021. № 4. С. 33–37.
8. Сидоров В. П. Микроудобрения и качество зерна в условиях Черноземья // Известия ТСХА. 2022. Вып. 3. С. 56–64.
9. Смирнов Д. А. Экологизация технологий возделывания проса // Зерновое хозяйство. 2019. № 6. С. 15–19.
10. Темиров Р. К. Почвенно-климатические ресурсы Кабардино-Балкарии и их использование. Нальчик: КБГАУ, 2021. 210 с.
11. Федоренко В. Ф. Стратегия развития зернового рынка России // Экономика сельского хозяйства. 2022. № 1. С. 5–12.
12. Халилов Э. Х. Биологизация земледелия на Северном Кавказе // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 2. С. 8–14.
13. Шпаар Д. Справочник по возделыванию зерновых культур. М.: Минсельхозпрод России, 2020. 350 с.
14. Христианович В. П. Сельскохозяйственные районы Кабарды. Воронеж: Издание ЦИКа Кабардино-Балкарской автономной области, 1926. 214 с.
15. Yakovenko N. V. Efficiency of microfertilizers on millet yield in arid zones // International Journal of Plant Production. 2021. Vol. 15. Pp. 205–215.
16. Zhang L. Microbial inoculants for sustainable agriculture // Journal of Cleaner Production. 2024. Vol. 410. Pp. 137–145.

Поступила 25.03.2026; одобрена после рецензирования 23.04.2026; принята к публикации 28.04.2026.

Об авторах:

Шогенов Юрий Мухамедович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономия, Кабардино-Балкарский аграрный университет имени В. М. Кокова, (Нальчик, Россия), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>, SPIN-код: 5840-7710, yshogenov@mail.ru

Абазов Амир Аскерович, студент 4 курса направления подготовки 35.03.04 – Агрономия, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова (Нальчик, Россия), abazzovv123@mail.ru

Балкарова Тамара Анзоровна, студентка 4 курса направления подготовки 35.03.04 – Агрономия, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова (Нальчик, Россия), balkarovatamara@gmail.com

References

1. *Alieva F. M., Temirov R. K.* Adaptive Potential of Grain Crops in the Foothills of the North Caucasus // Vestnik of the AIC Stavropol Krai. 2023. No. 2. Pp. 45–52.
2. Agrochemical Bulletin. Special Issue: Microelements in Agriculture in Southern Russia. Moscow: Rosagrochemistry, 2023. 118 p.
3. *Volkov G. I.* New-Generation Biopreparations in Grain Production // Zemledelie. 2021. No. 5. Pp. 22–25.
4. GOST 12038-84. Seeds of Agricultural Crops. Methods for Determining Germination. Moscow: Standartinform, 2020 (reprint).
5. *Ivanova E. V., Petrov A. S.* Effect of zinc-containing fertilizers on the photosynthetic activity of millet // Agrarian science. 2020. Vol. 15, No. 3. Pp. 112–118.
6. Methodological guidelines for conducting field experiments with grain crops / edited by V. A. Dospekhov. Moscow: VNIIZK, 2020. 85 p.
7. *Petrov A. S., Kuznetsov N. K.* Efficiency of millet seed inoculation with nitrogen-fixing bacteria // Plodorodie. 2021. No. 4. Pp. 33–37.
8. *Sidorov V. P.* Microfertilizers and Grain Quality in the Chernozem Region // Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy. 2022. Issue 3. Pp. 56–64.
9. *Smirnov D. A.* Greening Millet Cultivation Technologies // Grain Economy. 2019. No. 6. Pp. 15–19.
10. *Temirov R. K.* Soil and Climatic Resources of Kabardino-Balkaria and Their Use. Nalchik: KBSAU, 2021. 210 p.
11. *Fedorenko V. F.* Strategy for the Development of the Russian Grain Market // Agricultural Economics. 2022. No. 1. Pp. 5–12.
12. *Khalilov E. Kh.* Biologization of agriculture in the North Caucasus // Achievements of science and technology in the agro-industrial complex. 2023. Vol. 37, No. 2. Pp. 8–14.
13. *Shpaar D.* Handbook of grain crop cultivation. Moscow: Ministry of Agriculture and Food of Russia, 2020. 350 p.
14. *Khristianovich V. P.* Agricultural regions of Kabarda. Voronezh: Publication of the Central Executive Committee of the Kabardino-Balkarian Autonomous Region, 1926. 214 p.
15. *Yakovenko N. V.* Efficiency of microfertilizers on millet yield in arid zones // International Journal of Plant Production. 2021. Vol. 15. Pp. 205–215.
16. *Zhang L.* Microbial inoculants for sustainable agriculture // Journal of Cleaner Production. 2024. Vol. 410. Pp. 137–145.

Submitted 25.03.2026; approved after reviewing 23.04.2026; accepted for publication 28.04.2026.

About the author:

Shogenov Yuri Mukhamedovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian Agrarian University named after V. M. Kokov (Nalchik, Russia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>, SPIN-код: 5840-7710, yshogenov@mail.ru

Abazov Amir Askerovich, 4th-year student majoring in Agronomy (35.03.04), Kabardino-Balkarian Agrarian University named after V. M. Kokov (Nalchik, Russia), abazzovv123@mail.ru

Balkarova Tamara Anzorovna, 4th-year student majoring in Agronomy (35.03.04), Kabardino-Balkarian Agrarian University named after V. M. Kokov (Nalchik, Russia), balkarovatamara@gmail.com