



**ДЕЙСТВИЕ БАКТЕРИИ *ARTHROBACTER MYSORENS* В СОСТАВЕ
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ «МИЗОРИН»
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Соболева Ольга Михайловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и вирусологии^{1,2}

Харченко Елена Николаевна, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «Агроэкология»¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкова, г. Кемерово, Россия

²Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово, Россия

Аннотация. Элементы биологизации земледелия активно используются в агротехнике возделывания отдельных сельскохозяйственных культур. Представляется актуальным расширение перечня растений, при выращивании которых следует использовать микробиологические удобрения. Это особенно важно в связи с тем, что список культур, под которые рекомендуется вносить биологические препараты, обычно ограничен, в том числе и самими производителями таких препаратов. В связи с вышесказанным поставлена цель – проанализировать эффективность действия и влияние микробиологического удобрения «Мизорин» (на основе штамма бактерии *Arthrobacter mysorens*) на урожайность различных сельскохозяйственных культур.

Анализ научной литературы показал, что под действием «Мизорина» повышается продуктивность у зерновых, зернобобовых, масличных и технических культур, кормовых трав и их смесей, а также картофеля; увеличивается качество и улучшается биохимический состав получаемой продукции и кормов.

Ключевые слова: Мизорин, *Arthrobacter mysorens*, микробиологическое удобрение, повышение урожайности, биологизация земледелия.

THE EFFECT OF THE BACTERIUM ARTHROBACTER MYSORENS IN THE COMPOSITION OF THE MICROBIOLOGICAL FERTILIZER MIZORIN ON THE YIELD AND QUALITY OF CROPS

Soboleva Olga M., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Microbiology and Virology²

Kharchenko Elena N., Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher at the laboratory «Agroecology»¹

¹Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

²Kemerovsky State Medical University, Kemerovo, Russia

Annotation. The elements of biologization of agriculture are actively used in the agrotechnics of cultivation of individual crops. It seems relevant to expand the range of plants in the cultivation of which microbiological fertilizers can be used. This is especially important due to the fact that the list of crops for which biological preparations are recommended is usually limited, including by the manufacturers of such drugs themselves. In connection with the above, the goal is to analyze the effectiveness of the microbiological fertilizer Mizorin (based on the strain of the bacterium Arthrobacter mysorens) on the yield of various crops. The analysis of scientific literature has shown that under the action of Mizorin, productivity increases in cereals, legumes, oilseeds and industrial crops, forage grasses and their mixtures, as well as potatoes; the quality increases and the biochemical composition of the products and feeds improves.

Keywords: Mizorin, Arthrobacter mysorens, microbiological fertilizer, yield increase, quality increase, biologization of agriculture.

Введение

Современные реалии диктуют сельхозтоваропроизводителям необходимость использования экологически чистых методов и средств при выращивании сельскохозяйственной продукции – это могут быть как электрофизические методы [1], так и биологические препараты. Это становится особенно важным в разрезе наших знаний о процессах деградации сельскохозяйственных угодий, усиливающихся при нерациональном и избыточном использовании минеральных удобрений и уменьшении доли природоподобных технологий [2] при агротехнике отдельных культур.

Одним из путей решения этих проблем может стать активное использование почвенной микробиоты – как естественной,aborигенной, так и вносимой специально – в виде микробиологических удобрений. С растениями в ризосферной области связано множество бактерий, обладающих широким спектром признаков, влияющих на рост и развитие растений. Как правило, между растениями и ассоциированными с ними микробами существует сложная комплексная симбиотическая связь. Знание механизмов, участвующих в улучшении роста растений с помощью ризосферных бактерий, безусловно, было бы полезно при использовании этих природных инструментов для улучшения роста растений [3]. В настоящее время промышленностью выпускается широкий ассортимент микробиологических удобрений на основе высокопродуктивных штаммов бактерий [4–5], в том числе и для овощных культур [6]. Одним из них является «Мизорин», получаемый на основе живой биомассы бактерий вида *Arthrobacter mysorens*.

В связи с вышесказанным поставлена цель – изучить в рамках теоретического осмысления влияние микробиологического удобрения «Мизорин» на урожайность сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы

Для достижения цели была изучена и проанализирована научная литература (статьи и монографии) с последующим обобщением полученной информации. В качестве источников были использованы следующие интернет-ресурсы: Елайбари, статьи из зарубежных журналов.

Результаты

Рассмотрим встречающиеся в научной литературе упоминания от эффекта использования «Мизорина» раздельно и в сочетании с другими микробиологическими препаратами (табл.). Данный биопрепарат был использован при возделывании широкого спектра как видов растений, так и сортов; исследования проводились в разных климатических и географических условиях, в разные годы и с использованием разных агроприемов, а также сроков и способов внесения препарата. Зерновые, зернобобовые, кормовые, технические, масличные культуры и картофель – все они одинаково отзывчивы на включение микробиологического удобрения «Мизорин» в технологическую карту возделывания.

Таблица

**Обобщенные сведения о влиянии препарата Мизорин
на сельскохозяйственные культуры**

Культура и сорт	Нормы внесения, особенности обработки	Эффект	Ссылка
Зернобобовые культуры			
Чечевица, сорт Донская краснозерная	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	Прибавка урожайности к контролю составила 22,1%	[7]
Соя, сорт Золотистая		Один из лучших результатов получен при сочетании <i>Ризоторфин + Мизорин + Микориза</i> и составил 1,61 т/га	[8]
Зерновые			
Пшеница яровая, сорт Тризо и сорт Ликамеро	Норма 1,2 л/т. Обработка семян перед посевом	Использование «Мизорина» увеличивает урожайность яровой пшеницы на 6,5 ц/га, а содержание сырой клейковины – на 1,9 %	[9]
Пшеница яровая, сорт Ленинградская 6	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	Зарегистрировано увеличение общего азота в зерне.	[10]
Ячмень яровой, сорт Ратник и сорт Владимир	600 г на гектарную норму расхода семян. Обработка семян перед посевом	Наиболее высокая урожайность была получена при предпосевной обработке «Мизорином» и листовой обработке «Байкалом ЭМ-1» и для сорта Ратник увеличилась на 0,28 т/га, у сорта Владимир – на 0,66 т/га относительно контроля	[11]
Ячмень яровой, сорт Суздалец	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	Зафиксировано повышенное накопление фосфора в зерне, а азота, фосфора и калия – в вегетативной массе	[12]

Продолжение таблицы

Кормовые			
Люцерна, сорт Айслу	2 л/га + 300 л/га воды. Листовая подкормка	При сочетании корневой минеральной подкормки с листовой подкормкой «Мизорином», прибавка зеленой массы возрастила до 64,4 и 92% соответственно.	[13]
Люцерна, сорт Якутская жёлтая	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	Отмечается повышение урожайности зеленой массы, а также количество клубеньков на корнях растений и массы корневой системы.	[14]
Раздельно и в смеси: Клевер луговой, сорт ВИК-7 Тимофеевка луговая, сорт Ярославская 11	500 г на гектарную норму расхода семян. Обработка семян перед посевом	Максимальное увеличение выхода абсолютно сухого вещества тимофеевки и смеси трав (клевер + тимофеевка) зафиксировано при сочетании препаратов Ризоагрин + Мизорин	[15]
Технические			
Горчица белая, сорт Рапсодия (к-4278)	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	Наибольшие значения таких элементов структуры урожайности горчицы, как «количество стручков на растении» и «количество семян на растении», а также «масса семян на растении», были получены при использовании «Мизорина» и нормальном увлажнении	[17]
Горчица белая, сорт Рапсодия Редька масличная, сорт Радуга	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	При внесении «Мизорина» повышается урожайность	[18]

Продолжение таблицы

Масличные			
Подсолнечник, гибрид Туника F1	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	При использовании препаратов «Мизорин» и «Флавобактрин» увеличивалась урожайность по сравнению с контрольным вариантом на 0,17–0,24 т/га, или на 9,6–13,5%. Совместное применение минеральных удобрений под предпосевную культивацию и обработку биологическими препаратами «Мизорин» и «Флавобактрин» было наиболее эффективно: увеличилась урожайность по сравнению с контрольным вариантом на 0,56 и 0,83 т/га, или 31,5 и 46,6% соответственно	[19]
Подсолнечник, гибрид ЛГ 5485 F1	Нормы не указаны. Внесение при посеве	Припосевное внесение препаратов «Мизорин 7» и «Мизорин 204» повышает продуктивность на 12,0%. Допосевное применение минеральных удобрений при дозе N ₃₀ P ₄₀ с дополнительным припосевным внесением биопрепарата «Мизорин 204» обеспечивает повышение продуктивности на 19,3%	[20]
Картофель			
Сорт Хозяюшка	Нормы не указаны. Обработка клубней перед посадкой	Использование «Мизорина» положительно повлияло на продуктивность и товарность урожая. Использование биопрепараторов «Флавобактерин», «Мизорин» штамма 17-1 снижает количество поражённых грибными заболеваниями клубней, приводит к увеличению коэффициента размножения и выхода клубней семенной фракции до 6,4–6,8 шт./куст	[21]

Окончание таблицы

Картофель			
Сорт Романо	1,2 кг на гектарную норму посадки клубней. Обработка клубней перед посадкой	Внедрение в технологию возделывания «Мизорина» увеличивает урожайность картофеля на 2,72 т/га	[22]
Не указан сорт	Расход 1 л/га. Обработка в период вегетации	Наибольшая прибавка урожайности в 1,3 т/га была отмечена у варианта с совместной обработкой (<i>Флавобактерин + Мизорин</i>). На качественные показатели клубней существенного влияния не обнаружено. Предпосадочная обработка клубней и обработка в период вегетации повышают устойчивость к болезням во время хранения на 5–20%	[23]
Сорт Алёна	Данные не указаны	Прибавка урожайности составила 3,1–6,0 т/га при снижении пораженности клубней ризоктониозом на 23–60%, паршой обыкновенной – на 45–76%. Эффективность биопрепаратов варьировала в зависимости от сорта культуры (генотипа), биопрепарата, активности азотфикссирующих микроорганизмов и внешних условий. Наибольший эффект был получен от использования «Мизорина» и др. Товарность клубней под влиянием биоудобрений увеличилась на 1,5–6,5%	[24]

Хотелось бы остановиться на механизмах эффективности «Мизорина». Для этого необходимо подробнее рассмотреть как прямое, так и опосредованное влияние бактерии *Arthrobacter mysorens* на растение.

Известно, что выработка индолилуксусной кислоты (ИУК) почвенными бактериями является одним из основных механизмов, участвующих в усилении роста растений. ИУК, или ауксин – это основной гормон, который прямо или косвенно контролирует различные метаболические процессы в растениях. Оптимизация синтеза ауксинов бактериями помогает улучшить рост растений в лабораторных и полевых исследованиях. Выделение ризобактерий, стимулирующих рост растений, является ключевым моментом. В этом отношении перспективным для фермеров является использование бактерий, выделенных из местной окружающей среды, поскольку аборигенные изоляты могут стать экономически эффективной альтернативой промышленно выпускаемым препаратам из других регионов. В числе прочих выделенных изолятов бактерий отмечают вид *Arthrobacter mysorens*, проявляющий повышенную способность к синтезу ауксина [25].

Кроме способности к синтезу гормонов, есть указания на высокую биохимическую активность рассматриваемого вида бактерии, что выражается в повышенной ферментативной способности. В работе [26] были изучены ферменты, относящиеся к классам оксидоредуктазы (катализ, пероксидаза и полифенолоксидаза) и гидrolазы (уреаза, фосфатаза и инвертаза). Ферментативную активность ризосферы ячменя оценивали на фоне внесения минеральных удобрений в сочетании с микробиологическими препаратами и без них. В ходе эксперимента было отмечено, что активность изучаемых ферментов зависела от фазы развития растения и вида микробиологического препарата. Наиболее значительное повышение элементов продуктивности колоса было обнаружено при совместном применении минеральных удобрений и микробиологических препаратов. Но даже без минерального фона прививка микробиологическими препаратами дает существенную прибавку по сравнению с контрольным вариантом.

Другими авторами показано, что штамм бактерии *A. mysorens* 7 увеличивает общее содержание фосфора в тканях растений [27]. Ученые изучали совместное внесение нескольких штаммов бактерий.

Максимальный положительный эффект совместной инокуляции на развитие растений наблюдается при дефиците общего азота в почве. Учеными сделан вывод, что инокуляция бактериальными смесями обеспечивает более сбалансированное, гармонизированное питание растений, а улучшение усвоения азота и фосфора корнями является основным механизмом взаимодействия между растениями и бактериями. Внесенные бактерии

смогли активно заселить корневую систему ячменя. При этом не было выявлено межвидовой конкуренции или антагонизма между компонентами бактериальных смесей в ризоплане. Штаммы *A. mysorens* 7 и *Agrobacterium radiobacter* 10 улучшали жизнеспособность *Azospirillum lipoferum* 137, когда растения выращивали в кислой почве [27]. Ассоциативные бактерии, в том числе и *A. mysorens*, способны частично снижать токсичность тяжелого металла кадмия для растений ячменя за счет улучшения усвоения питательных элементов [28]. Таким образом, учеными отмечается комплексное воздействие на растения бактерии *A. mysorens* – гормоноподобное, ферментативное, симбиотическое, детоксикационное.

Заключение

Таким образом, проведенный анализ научных работ, исследующих действие «Мизорина», позволяет утверждать о его положительном эффекте на целый ряд возделываемых культур. Увеличивается урожайность зерновых, зернобобовых, масличных и технических культур, кормовых трав и их смесей, а также картофеля, повышается качество и сохранность получаемой продукции. Однако необходимо дальнейшее изучение микробиологического удобрения «Мизорин» для дальнейшего расширения спектра культур, на которые он оказывает положительное воздействие в виде увеличения урожайности получаемой продукции.

Список источников

1. Параметры рационального воздействия монохроматическим излучением на посевные качества семян огурцов / И. В. Юдаев, Г. В. Степанчук, А. А. Юдин, П. В. Гуляев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 3(75). С. 385–396.
2. Долматова, Л. Г. Эффективность проведения мониторинга как инструмента выявления степени деградации ценных земель // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2024. Т. 17, № 2. С. 106–113.
3. Колесникова, В. Г., Меньшикова, Л. Н. Предпосевная обработка семян овса Яков биопрепаратами // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: мат-лы Международ. науч.-практич. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. Том 1. Ижевск, 2023. С. 71–75.

4. Бортник, Т. Ю., Исупов, А. Н., Коробейникова, О. В. Влияние биологических препаратов на рост и развитие ячменя сорта Память Чепелева // Органика – здоровье нации России: сб. науч.-практич. мат-лов Международ. науч.-практич. конф. Казань, 2023. С. 44–50.
5. Сорокина, И. Ю., Петров, С. Н. Влияние биопрепаратов на урожайность озимой пшеницы // АгроЭкоИнфо. 2024. № 1(61).
6. Бугрей, И. В. Эффективность биопрепаратов при выращивании томата открытого грунта // АгроЭкоИнфо. 2024. № 4(64).
7. Гриценко, Д. С. Испытание бактериальных препаратов на чечевице в условиях Цимлянского района Ростовской области // Развитие аграрной науки и практики: состояние, проблемы и перспективы : мат-лы международ. науч.-практич. конф. ... 115-летию агрономического факультета Донского ГАУ. Персиановский, 2022. С. 19–22.
8. Курсакова, В. С., Ермошкин, А. А. Влияние минеральных и биологических удобрений на урожайность сои сорта Золотистая в условиях лесостепи Алтайского края // Современные достижения в развитии сельского хозяйства : Мат-лы I Науч.-практич. конф. с международ. участием, посвященной 75-летию со дня рождения профессора Г. П. Дудина. Киров, 2023. С. 103–107.
9. Ишков, И. В., Ишков, А. О. Влияние микробиологических препаратов на продуктивность сортов яровой пшеницы // Актуальные проблемы современных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции : Мат-лы Всерос. (национ.) научно-практич. конф. Курск, 2022. С. 123–128.
10. Хуз, С. Х., Кондрат, С. В. Исследование влияния предпосевной комплексной и моноинокуляции биопрепаратами на высоту, продуктивность и содержание элементов питания в зерне яровой пшеницы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2021. № 2(63). С. 69–75.
11. Климова, И. И., Климов, С. В. Влияние биопрепаратов на продуктивность ярового ячменя в подзоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2020. № 4(46). С. 21–24.
12. Хуз, С. Х., Ефремова, М. А. Влияние предпосевной инокуляции биопрепаратами на продуктивность и накопление основных элементов питания ячменем двух сортов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. № 59. С. 33–38.

13. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и биопрепарата *Мизорин* на посевах люцерны сорта Айслу в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / С.Р.Сулейманов, С.В. Сочнева, Н.Н. Хамидуллин, А.З. Каримов, Ф.Н. Сафиоллин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 42–47.
14. Яковлева, М. Т. Биологические препараты на основе ассоциативных бактерий при возделывании люцерны в Центральной Якутии // Кормопроизводство. 2023. № 1. С. 12–15.
15. Козлова, М. Ю. Урожайность ячменя и многолетних трав в зависимости от применения биопрепаратов и удобрений // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3 (35). С. 41–45.
16. Сабанова А. А. Влияние биопрепаратов на болезнеустойчивость козлятника восточного // Устойчивость почвенного покрова и продуктивность экосистем: мат-лы Межрегион. науч. конф. «VIII Докучаевские молодежные чтения» / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2024. – С. 195-199.
17. Лебедев, В. Н., Воробейков, Г. А., Ураев, Г. А. Роль ассоциативных ризобактерий в повышении сохранения продуктивности горчицы белой к почвенной засухе // Успехи современного естествознания. 2021. № 6. С. 29–34.
18. Лебедев, В. Н., Воробейков, Г. А., Ураев, Г. А. Оценка эффективности обработки семян капустных культур ассоциативными ризобактериями в условиях нормального увлажнения и почвенной засухи // Успехи современного естествознания. 2021. № 5. С. 13–18.
19. Сафонов, С. А., Каменев, Р. А., Каменева, В. К. Эффективность применения биопрепаратов на урожайность маслосемян подсолнечника в условиях Красносулинского района Ростовской области // Современные научные исследования в АПК: актуальные вопросы, достижения и инновации : Мат-лы Всерос. (национальной) науч.-практич. конф. Том I. Персиановский, 2022. С. 121–125.
20. Копылов, Б. А., Громаков, А. А., Турчин, В. В. Использование бактериальных препаратов при возделывании подсолнечника в условиях Ростовской области // АгроЭкоИнфо. 2020. № 2. С. 7.
21. Черемисин, А. И., Шулико, Н. Н., Золотарева, З. А. Формирование урожая, качество семенного картофеля и биологические свойства ризосферы при применении биопрепаратов // Плодородие. 2023. № 3(132). С. 67–70.

22. Москвичев, А.Ю., Балашов, А.В., Пятибратов, В.В. Применение Мизорина и Бишофита при возделывании картофеля на фоне разуплотнения почвы // Плодородие. 2009. № 6 (51). С. 29–30.
23. Николаева, Ф. В., Лукина, Ф. А. Использование биологических препаратов при возделывании картофеля в Якутии // Аграрная наука. 2020. № 7–8. С. 124–126.
24. Хамова, О. Ф., Черемисин, А. И., Дергачева, Н. В. Эффективность применения биопрепаратов комплексного действия при возделывании сортов картофеля в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Агрохимия. 2016. № 9. С. 33–38.
25. Ahmed, A., Hasnain, S. Extraction and evaluation of indole acetic acid from indigenous auxin-producing rhizosphere bacteria // JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences. 2020. Т. 30, № 4. С. 1024–1036.
26. Gamzaeva, R. Enzymatic activity of the rhizospheres of barley on the background of the application of microbiological preparations // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing. 2023. Т. 3011, №. 1.
27. Belimov, A. A., Kojemiakov, A. P., Chuvarliyeva, C. V. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate-solubilizing bacteria // Plant and soil. 1995. Т. 173. С. 29–37.
28. Belimov, A. A., Dietz, K. J. Effect of associative bacteria on element composition of barley seedlings grown in solution culture at toxic cadmium concentrations // Microbiological research. 2000. Т. 155, № 2. С. 113–121.