

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РИЗОСФЕРЫ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Шулико Наталья Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник сектора микробиологии

Хамова Ольга Федоровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник сектора микробиологии

Паршуткин Юрий Юрьевич, научный сотрудник отдела семеноводства

Стрелецкий Александр Михайлович, главный агроном ООО «Сибирская Нива»

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», 644012, г. Омск, проспект Королева, д. 26; тел. 8 (3812) 77-68-87, e-mail: shuliko-n@mail.ru

Ключевые слова: биологическая активность, почвенные микроорганизмы, бактериальные удобрения, ризосфера, ячмень, овёс.

Исследования проводились в полевых опытах ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в южной лесостепи Западной Сибири. Цель исследований – изучить влияние применения биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов на биологические свойства ризосферы зернофуражных культур сортов Омской селекции. Испытания проводились на сортах ярового ячменя зернофуражного и пивоваренного назначения селекции Омского АНЦ (ФГБНУ «СибНИИСХ»): Омский 95, Саша, Омский голозерный 1, Омский 90, Омский 91, Омский 101 и овёс крупяного назначения Сибирский Геркулес. Для инокуляции семян были использованы препараты комплексного действия, изготовленные во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург, Пушкин) Ризоагрин (*Agrobacterium radiobacter*), Азоризин (*Azospirillum*), Мизорин (*Arthrobacter mysoarens*), Флавобактерин (*Flavobacterium*). Почва опытного участка – лугово-черноземная среднетяжелая среднегумусная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 6,5%, pH вод – 6,5. Установлено, что численность микрофлоры ризосферы сельскохозяйственных культур неоднозначно реагировала на применение биопрепаратов и зависела от генотипических особенностей сортов. Наибольшее положительное влияние инокуляции семян на общую численность микроорганизмов отмечено в ризосфере ячменя сорта Омский 95, увеличение по отношению к контролю составило – 35% при обработке семян Азоризином, 70% – Ризоагрином. Инокуляция семян овса сорта Сибирский Геркулес биопрепаратом Флавобактерин способствовала увеличению общей численности микроорганизмов в ризосфере до 27% к контролю. За годы исследований в почве под посевами зернофуражных культур преобладали процессы иммобилизации азота ($K_{иммоб.} > 1$). Наибольший коэффициент трансформации органического вещества (Пм) отмечен в ризосфере ячменя зернофуражного направления Омский голозерный 1 при обработке семян Ризоагрином – 148 ед., (109 ед. на контроле) и в ризосфере овса крупяного направления Сибирский Геркулес при обработке семян Мизорином – 91,5 ед. (55,8 ед. на контроле).

Исследования выполнены в рамках гранта «Создание селекционно-семеноводческих и селекционно-племенных центров в области сельского хозяйства для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок научных и образовательных организаций», к соглашению 09.СЦ.21.0015 (по заявке 2021-СЦ-01-29)

Введение

Важнейшим стимулом для изучения микробно-растительных взаимодействий служит их практическая ценность, поскольку, по мнению И.А. Тихонович (2010), использование симбиотических систем - наиболее реальная альтернатива применению минеральных удобрений и пестицидов [1].

Устойчивое развитие земледелия, экономически эффективное и экологически безопасное функционирование сельскохозяйственного производства базируется на мерах по сохранению почвенного плодородия. Наряду с широким применением промышленных средств химизации, не менее важное значение в систе-

мах воспроизводства плодородия почв имеет использование биологических ресурсов [2]. Использование известных и поиск новых приёмов биологической интенсификации земледелия не умаляет значимости рационального применения минеральных удобрений [3].

В этой связи для реализации высокого потенциала микробно-растительных отношений необходимо развивать агробиологические исследования по возделыванию сельскохозяйственных культур в условиях широкого применения микробных препаратов [4, 5].

Цель исследований – изучить влияние применения биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов на биологические свойства ризос-

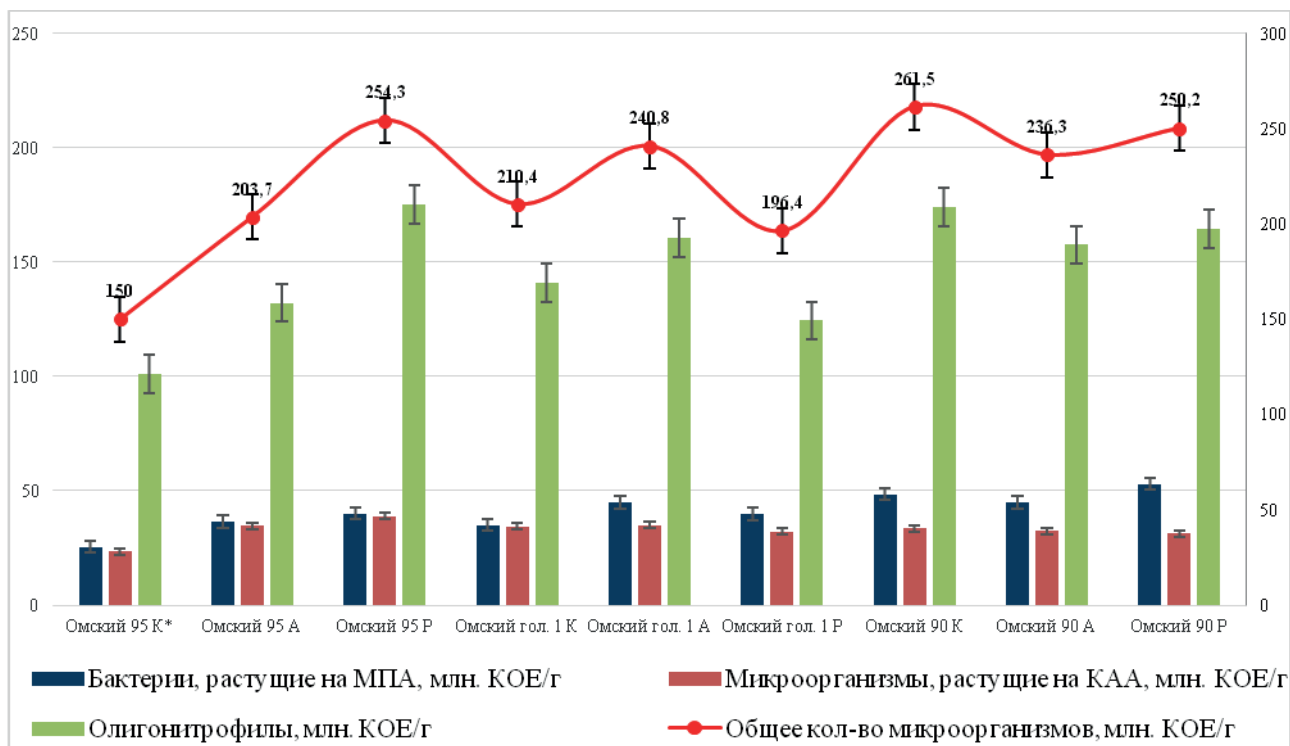


Рис. 1 - Численность микроорганизмов в ризосфере с.-х. культур при применении биопрепаратов, 2014-2016 гг.

Примечание: К - Контроль, А - Азоризин, Р - Ризоагрин

феры зернофуражных культур сортов Омской селекции.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2014-2016 гг., 2021 г. в полевых опытах отдела семеноводства ФГБНУ «Омский АНЦ». Омская область располагается в пределах трех природных зон: лесной, лесостепной и степной. Большая часть её территории (51,1%) занята лесостепью. Для каждой природной зоны характерны свои гидроклиматические и биогенные ресурсы, обусловленные широтным распределением тепла и влаги [6].

Испытания проводились на сортах ярового ячменя зернофуражного и пивоваренного назначения селекции Омского АНЦ (ФГБНУ «СибНИИСХ»): Омский 95, Саша, Омский голозерный 1, Омский 90, Омский 91, Омский 101 и овёс крупяного назначения Сибирский Геркулес.

Для инокуляции семян были использованы препараты комплексного действия, изготовленные во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург, Пушкин) Ризоагрин (*Agrobacterium radiobacter*), Азоризин (*Azospirillum*), Мизорин (*Arthrobacter mysorens*), Флавобактерин (*Flavobacterium*).

Почва опытного участка – лугово-черно-

земная среднемощная среднетяжелосуглинистая с содержанием гумуса 6,5%, рН вод – 6,5.

Посев культур выполнен сеялкой ССФК-7,0 в оптимальные сроки с проведением комплекса весенне-полевых работ, рекомендованной нормой высева, сортами, включёнными в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 10 регионах.

Инокуляция семян сельскохозяйственных культур проводилась в день посева рекомендованной дозой. Отбор проб почвы ризосферы проводился в фазы развития растений: кущение (июнь), колошение (июль), налив зерна (август). Учет микроорганизмов ризосферы растений проводили на твердых питательных средах по общепринятым методикам [7]. Математическая обработка данных проводилась дисперсионным анализом по Б.А. Доспехову [8].

Метеоусловия 2014-2016 гг. исследований были различными, ГТК=0,70-1,09. Наиболее благоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур наблюдались в 2015 г. Погодные условия вегетационного периода 2021 г. были неблагоприятными для роста и развития зерновых культур, ГТК=0,76. Дефицит атмосферных осадков на фоне экстремально высоких температур воздуха в течение вегетации уско-

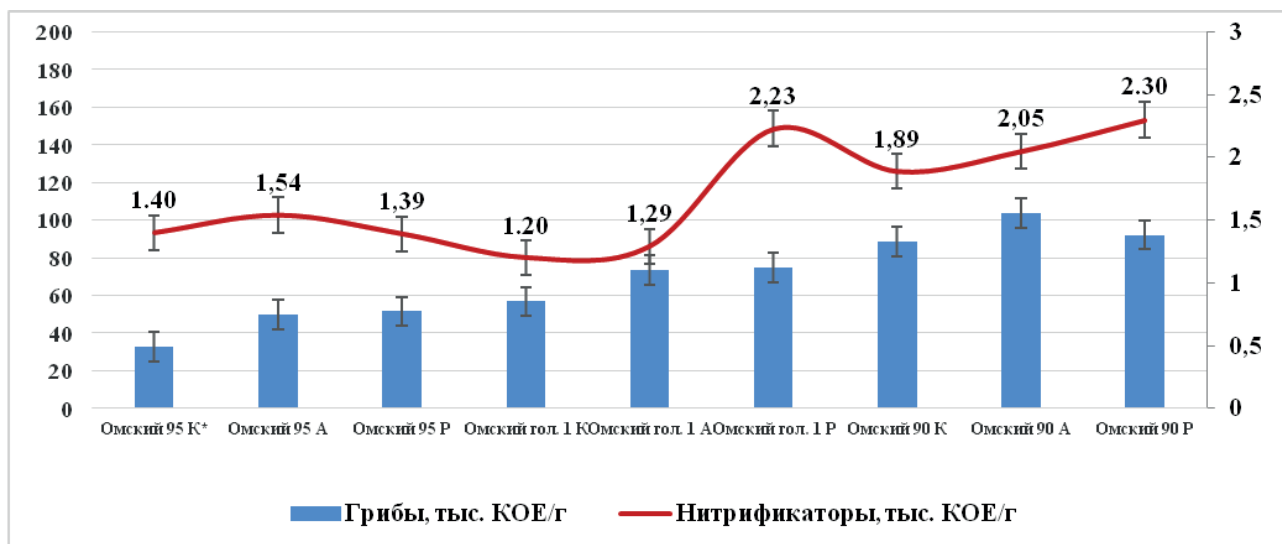


Рис. 2 - Численность микроорганизмов в ризосфере с.-х. культур при применении биопрепаратов, 2014-2016 гг.

Примечание: К - Контроль, А - Азоризин, Р - Ризоагрин

рил развитие и созревание сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований

Микроорганизмы, растущие на мясопептонном агаре, участвуют в трансформации органических форм азота [9]. В 2014-2016 гг. исследование численности бактерий-сапрофитов на МПА показало, что применение биопрепаратов комплексного действия положительно влияло на эту группу, увеличение от обработки семян ячменя исследуемых сортов Азоризином колебалось от 28 до 47%, Ризоагрином - от 10 до 57% по отношению к контролю. Рост количества сапрофитной микрофлоры, видимо, связан с формированием мощной корневой системы растений ячменя, корневые экссудаты которых являются хорошей средой для развития аммонификаторов [9]. Численность амилотических микроорганизмов, ассимилирующих минеральные формы азота, возрастала при бактериализации семян ячменя сорта Омский 95 на 48% в варианте обработки Азоризином и на 69% - Ризоагрином, изменения в ризосфере сортов Омский голозерный 1 и Омский 90 были в пределах ошибки опыта (рис.1).

На численность олигонитрофилов, микроорганизмов, способных расти в условиях незначительного количества доступного азота в почве, применение биопрепаратов оказало стимулирующее влияние на сортах Омский 95 и Омский голозерный 1, увеличение по отношению к контролю составило до 73%. Стимуляция их роста при применении бактериальных удобрений, видимо, связана с лучшим развитием растений

на фоне фиксированного азота и большим выносом его из ризосферы, что способствует развитию этой группы микроорганизмов.

Почвенные грибы - это группа сапротрофных микроорганизмов, обитающих в почве на всех поступающих субстратах животного и главным образом растительного происхождения, осуществляют превращение их с новообразованием органического вещества [10]. Количество грибов в ризосфере изучаемых сортов на контрольных вариантах колебалось от 32,9 до 88,8 тыс. КОЕ/г, в вариантах с применением биопрепаратов от 49,8 до 103,7 тыс. КОЕ/г. Бактеризация семян ячменя зернофуражного направления, улучшая питательный режим микроорганизмов, способствовала увеличению количества грибов в ризосфере от 29 до 59 % по отношению к контролю. На численность микофлоры в ризосфере пивоваренного сорта Омский 90 инокуляция семян биопрепаратами достоверного влияния не оказала (рис. 2).

Количество нитрификаторов в ризосфере зернофуражных сортов ячменя (Омский 95, Омский голозерный 1) колебалось от 1,20 до 1,54 тыс. КОЕ/г, применение бактериального удобрения (Ризоагрин), способствующего питанию как растений, так и микроорганизмов стимулировало рост численности бактерий в ризосфере сорта Омский голозерный 1 на 85% к контролю. В ризосфере пивоваренного сорта Омский 90 обработка семян биопрепаратами не оказала достоверного влияния на определяемую группу микроорганизмов.

Изменение общей численности микроор-

Таблица 1

Влияние применения биопрепаратов на направленность почвенно-микробиологических процессов в ризосфере ячменя, 2014-2016 гг.

Сорт	Коэффициент минерализации, КАА/МПА			Коэффициент иммобилизации, МПА/КАА			Коэффициент трансформации органического вещества, Пм (МПА+КАА) x МПА/КАА		
	К*	А	Р	К	А	Р	К	А	Р
Омский 95	0,92	0,96	0,96	1,09	1,05	1,06	53	75	83
Омский голозерный 1	0,80	0,75	0,74	1,25	1,35	1,15	109	105	148
Омский 90	0,96	0,79	0,85	1,05	1,27	1,21	71	104	91

Примечание: *К - Контроль, А - Азорицин, Р - Ризоагрин.

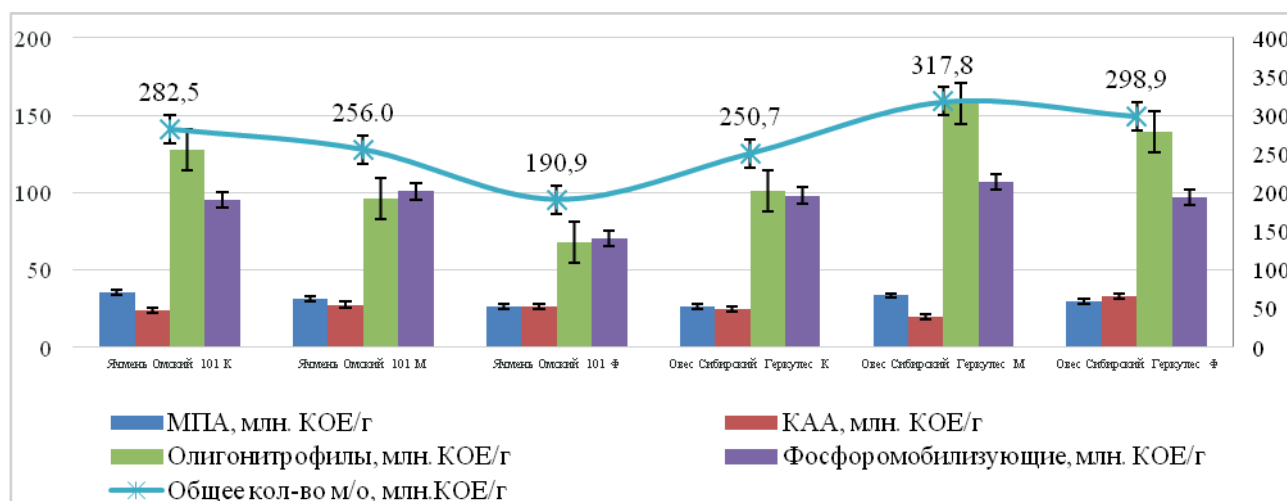


Рис. 3 – Численность микроорганизмов в ризосфере с.-х. культур при применении биопрепаратов, 2021 г.

Примечание: К - Контроль, М - Мизорин, Ф - Флавобактерин

ганизмов от применения изучаемых биопрепаратов достоверным было у сорта ячменя зернофуражного направления Омский 95, увеличение по отношению к контролю составило 35 % при обработке семян Азорицином и 70 % - Ризоагрином. Можно предположить, что внесённые микроорганизмы ассоциативных азотфиксаторов хорошо прижились и не вступили в антагонистические отношения с аборигенной микрофлорой ризосферы этого сорта (доля влияния фактора сорта 48 %). На суммарную численность микроорганизмов ризосферы сортов Омский голозерный 1 и Омский 90 достоверного влияния применение бактериализации семян не оказало.

Одним из показателей интенсивности и направленности почвенных процессов может быть соотношение бактерий, усваивающих органический и минеральный азот на (МПА/КАА и КАА/МПА). О глубине микробиологических превращений азотсодержащих соединений в почве судили по коэффициенту трансформации органического вещества – Пм, его увеличение означает, что растительные остатки более интенсивно трансформируются в органическое вещество

почвы $P_m = (M_{PA} + K_{AA}) \times (M_{PA}/K_{AA})$ [11].

Установлено, что в ризосфере сортов ячменя процессы закрепления азота почвенными микроорганизмами (иммобилизация) преобладали над мобилизационными процессами (минерализация). Коэффициенты иммобилизации (МПА/КАА) минерального азота и его перевода в азотсодержащие органические соединения (Пм) были наиболее высокими у ячменя сорта Омский голозерный 1, $K_{иммоб.} = 1,15-1,35$, $P_m = 105-148$ ед. Применение биопрепаратов комплексного действия усиливало иммобилизационные процессы в ризосфере сортов Омский голозерный 1 и Омский 90, коэффициент трансформации органического вещества наиболее высоким был у сорта Омский голозерный 1 >100 ед. (табл. 1).

Существенных различий в численности протеолитической (бактерии на растущие на МПА) и амилотической (микроорганизмы на КАА) микрофлоры в зависимости от культуры и обработки биопрепаратами в вегетационный период 2021 г. выявлено не было (рис. 3).

Количество олигонитрофилов, микроор-

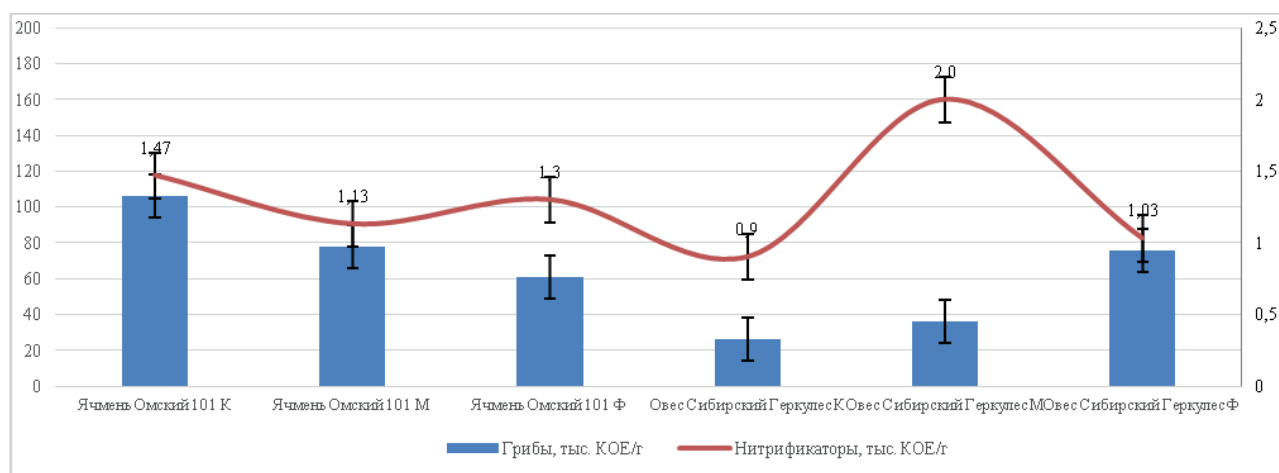


Рис. 4 – Численность микроорганизмов в ризосфере с.-х. культур при применении биопрепаратов, 2021 г.

Примечание: К - Контроль, М - Мизорин, Ф - Флавобактерин

ганизмов, способных расти в условиях незначительного количества доступного азота в почве, многие из которых являются диазотрофами, было наиболее высоким при применении биопрепарата Мизорин на овсе (увеличение на 57 % по отношению к контролю), применение Флавобактерина также положительно влияло на определяемую группу микроорганизмов, но в меньшей степени (увеличение 39 % к контролю). Численность фосфоромобилизующих бактерий развивалась с аналогичной олигонитрофилам тенденцией, увеличиваясь при применении биопрепарата Мизорин на овсе. Из литературы известно, что при применении приема бактериализации, вследствие влияния на интенсивность ферментативных процессов изменяется количество подвижного фосфора в ризосфере растений и численность фосфатмобилизующих микроорганизмов [12].

Количество почвенных грибов достоверно снижалось при применении биопрепарата Флавобактерин на ячмене сорта Омский 101 на 74 % по отношению к контролю, что, вероятно, обусловлено фунгицидным действием азотфиксирующих бактерий (рис. 4). В ризосфере овса при применении Флавобактерина отмечено увеличение численности грибов на 187 % по отношению к контролю. Для более интенсивного разложения клетчатки в почве, осуществляемого почвенными грибами, требуется минеральный азот, поэтому при внесении дополнительного биологического азота (за счет ассоциативной азотфиксации) численность их возрастает. Различное влияние биопрепаратов на численность почвенной микрофлоры обусловлено генотипическими особенностями культур, отзывчиво-

стью на инокуляцию и может быть проявлением синергического эффекта микроорганизмов в многокомпонентной системе, результатом взаимного воздействия микроорганизмов друг на друга [13].

Предпосевная обработка семян овса Мизорином оказала достоверное положительное влияние на численность автотрофных нитрификаторов, увеличение по отношению к контролю составило 55 %, при обработке Флавобактерином наблюдалась тенденция увеличения определяемой группы микроорганизмов на 13 % по отношению к контролю. Известно, что при внесении удобрений (в том числе и бактериальных) в почве повышается содержание азотсодержащих соединений, вследствие чего возрастает численность нитрификаторов, значительно ускоряются процессы нитрификации [14].

В целом, лугово-черноземная почва характеризовалась высокой биогенностью. Общая обсемененность 1 г почвы микроорганизмами колебалась от 190 до 282 млн. КОЕ/г - в ризосфере ячменя, от 250 до 317 млн. КОЕ/г - в ризосфере овса. Изучение влияния биопрепаратов на биологическую активность почвы показало, что инокуляция семян способствовала увеличению общей численности микроорганизмов в ризосфере овса сорта Сибирский Геркулес до 27% (при обработке семян Флавобактерином). В ризосфере ячменя сорта Омский 101 отмечено снижение общего количества микрофлоры от применения инокуляции. Эффективность изучаемого агроприема во многом определяется взаимодействием внесённых штаммов микроорганизмов с аборигенной микрофлорой почвы. Так, при бактериализации семян, почва заселя-

Влияние применения биопрепаратов на направленность почвенно-микробиологических процессов в ризосфере зернофуражных культур, 2021 г.

Сорт	Коэффициент минерализации, КАА/МПА	Коэффициент иммобилизации, МПА/КАА	Коэффициент трансформации органического вещества, Пм = (МПА+КАА) x МПА/КАА
Ячмень Омский 101 К	0,73	1,44	90,2
Ячмень Омский 101 М	0,94	1,14	69,3
Ячмень Омский 101 Ф	1,01	1,04	53,7
Овес Сиб. Геркулес К	0,99	1,05	55,8
Овес Сиб. Геркулес М	0,64	1,62	91,5
Овес Сиб. Геркулес Ф	1,10	0,94	57,4

Примечание: К - контроль, М - мизорин, Ф – флавобактерин

ются микроорганизмами способными оказывать определённое влияние (в том числе и негативное) на коренную микробиоту и вмешиваться в ход микробных сукцессий с нарушением определённого равновесного сообщества [15].

В ризосфере зернофуражных культур в среднем за вегетацию 2021 г. преобладали иммобилизационные процессы, т.е. закрепление азота в плазме клетки микроорганизмов. Наиболее высоким $K_{\text{иммоб.}}$ (МПА/КАА) был в варианте обработки семян овса Мизорином, составляя 1,62 ед. (табл. 2). Наибольших значений коэффициент трансформации органического вещества (Пм) достигал в этом же варианте (91,5 ед.).

Обсуждение

В последнее время во всем мире, в том числе и в России интерес к проблемам сельскохозяйственной микробиологии неуклонно растёт [16]. Многочисленными исследованиями установлено положительное влияние микробных препаратов на биологическую активность почвы [17, 18].

В наших исследованиях численность почвенной микрофлоры неоднозначно реагировала на применение биопрепаратов ассоциативных азотфиксаторов и зависела от генотипических особенностей сортов. Изменение суммарного количества микроорганизмов при применении биопрепаратов ассоциативной азотфиксации достоверным было в ризосфере ячменя сорта Омский 95, увеличение по отношению к контролю составило 35% - при обработке семян Азоризином и 70% - Ризоагрином, в ризосфере овса сорта Сибирский Геркулес увеличение до 27% отмечено при обработке семян Флавобактерином.

Заключение

Результаты проведённых исследований показали, что:

- применение биопрепарата Ризоагрин в большей степени, чем Азоризин стимулирова-

ло рост численности аммонификаторов, амилитических микроорганизмов, олигонитрофилов, нитрифицирующих бактерий и общей численности микрофлоры (увеличение от 57 до 85%) в ризосфере исследуемых сортов ячменя;

- бактеризация семян Флавобактерином оказала положительное влияние на численность почвенных грибов и общую численность микроорганизмов в ризосфере овса, увеличение по отношению к контролю составило 187 и 27 % соответственно;

- предпосевная обработка семян овса Мизорином способствовала увеличению численности олигонитрофилов и нитрификаторов на 57 и 55 % соответственно;

- в лугово-черноземной почве под посевами зернофуражных культур преобладали процессы иммобилизации (закрепления) азота микроорганизмами ($K_{\text{иммоб.}}=1,05-1,35$);

- наиболее высоким коэффициент трансформации органического вещества (Пм) был в ризосфере ячменя зернофуражного направления Омский голозёрный 1 и овса крупяного направления Сибирский Геркулес.

Библиографический список

1. Тихонович, И. А. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия / И. А. Тихонович, Ю. В. Круглов // Плодородие. – 2006. – № 5. – С. 9-12.
2. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 3. Устойчивость почв к антропогенному воздействию. – Пущино : ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. – 203 с.
3. Храмцов, И. Ф. Современное состояние плодородия почвы и продуктивности агроценозов при длительном применении приёмов биологизации и средств химизации / И. Ф. Храмцов, Н. А. Воронкова, Н. Ф. Балабанова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 392.

4. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия: монография / под редакцией А. А. Завалина, А. П. Кожемякова. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2010. – 64 с. – ISBN 978-5-93808-188-8.
5. Эффективность препаратов ассоциативных азотфиксаторов при инокуляции семян различных сортов ячменя в условиях Юга Западной Сибири / А. М. Стрелецкий, О. Ф. Хамова, Н. А. Поползухина [и др.] // Плодородие. – 2018. – № 4(103). – С. 49-52.
6. Тимохин, А. Ю. Зернобобовые культуры в системе орошаемого агроценоза: монография / А. Ю. Тимохин, В. С. Бойко. – Омск : ФГБНУ Омский аграрный научный центр, 2021. – 164 с. – ISBN 978-5-98559-008-1.
7. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии учебное пособие для вузов / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова; под редакцией В. К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дрофа, 2004. – 256 с. – ISBN 5-7107-7437-5 (в пер.).
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Чевердин, А. Ю. Влияние биопрепаратов на основе ассоциативных бактерий на микробиологическую активность чернозема сегрегационного / А. Ю. Чевердин, Ю. И. Чевердин, В. И. Турусов // Агрехимия. – 2019. – № 12. – С. 22-31. – DOI 10.1134/S0002188119120032.
10. Ахметов, Н. С. Применение биопрепарата азоризин - надежный способ повышения продуктивности и качества урожая ячменя / Н. С. Ахметов, В. Р. Габдулин, А. А. Алферов // Агрехимический вестник. – 2016. – № 2. – С. 2-4.
11. Муха, В. Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В. Д. Муха // Сборник научных трудов Харьковского СХИ. – Харьков, 1980. – Т. 273. – С. 13-16.
12. Белимов, А. А. Взаимодействие ассоциативных бактерий и растений в зависимости от биотических и абиотических факторов: спец. 03.00.07: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Белимов Андрей Алексеевич; Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург, 2008. – 35 с.
13. Анализ эффектов совместной инокуляции грибами арбускулярной микоризы и ризобиями на рост и развитие растений гороха *Pisum sativum* L. / И. В. Леппянен, О. Ю. Штарк, О. А. Павлова, А. Д. Бовин, К. А. Иванова, Т. С. Серова, Е. А. Долгих // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56(3). – С. 475-486.
14. Гамзиков, Г. П. Агрехимия азота в агроценозах / Г. П. Гамзиков. – Новосибирск: РАСХН, Сибирское отделение, 2013. – 790 с.
15. Кожевин, П. А. «Здоровье» почвы как проблема биотехнологии / П. А. Кожевин // Биотехнология: состояние и перспективы развития : материалы конгресса. – Москва, 2007. – Ч. 2. - С. 114.
16. Круглов, Ю. В. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / Ю. В. Круглов, Н. В. Кандыбин, Г. Ю. Лаптев; Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии. – Москва: Россельхозакадемия, 2005. – 153 с. – ISBN 5-85941-231-2.
17. Захаров, С. А. Влияние комплексного органоминерального удобрения (КОМУ) и биопрепаратов на продуктивность озимой пшеницы и биологическую активность почвы в ульяновской области / С. А. Захаров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3(55). – С. 69-73. - DOI 10.18286/1816-4501-2021-3-69-73.
18. Биологическая активность почвы ризосферы овса посевного (*Hordeum vulgare* L.) при инокуляции семян ассоциативными diaзотрофами / А. А. Божко, Н. А. Поползухина, О. Ф. Хамова [и др.] // Проблемы агрохимии и экологии. – 2019. – № 2. – С. 60-64. - DOI 10.26178/AE.2019.15.54.010.

BIOLOGICAL ACTIVITY OF RHIZOSPHERE OF GRAIN FORAGE CROPS IN CASE OF APPLICATION OF BACTERIAL PRODUCTS

Shuliko N. N., Khamova O. F., Parshutkin Yu. Yu., Streletskiy A. M.
Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agrarian Research Center"
644012, Omsk, Koroleva Avenue, 26; tel. 8 (3812) 77-68-87, e-mail: shuliko-n@mail.ru

Key words: biological activity, soil microorganisms, bacterial fertilizers, rhizosphere, barley, oats.

The studies were carried out in field experiments of Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agrarian Research Center" in the southern forest-steppe of Western Siberia. The aim of the research is to study the effect of application of biological products of associative diazotrophs on biological properties of the rhizosphere of grain forage crops of varieties of Omsk selection. The tests were carried out on varieties of spring barley for grain forage and brewing purposes bred at Omsk agrarian scientific centre (FSBSI "SibSRIA"): Omsky 95, Sasha, Omsky hulless 1, Omsky 90, Omsky 91, Omsky 101 and oats for cereal purposes - Siberian Hercules. Preparations of complex action produced at All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology (FSBSI All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology; St. Petersburg, Pushkin) Rizoagrin (*Agrobacterium radiobacter*), Azorizin (*Azospirillum*), Mizorin (*Arthrobacter mysorens*), Flavobacterin (*Flavobacterium*) were used for inoculation of seeds. The soil of the experimental plot is meadow-black soil, medium-thick, medium-humus, heavy loamy with a humus content of 6.5%, water pH - 6.5. It was found that the microflora population of the rhizosphere of agricultural crops reacted dubiously to application of biological products and depended on genotypic characteristics of the varieties. The greatest positive effect of seed inoculation on the total number of microorganisms was noted in the rhizosphere of barley variety Omsky 95, the increase was 35% when the seeds were treated with Azorizin, with Rizoagrin - 70% in relation to the control. The inoculation of oat seeds of Siberian Hercules variety with the bioproduct Flavobacterin contributed to an increase of the total number of microorganisms in the rhizosphere up to 27% compared to the control. The processes of nitrogen immobilization ($K_{immob.} > 1$) prevailed in the soil under crops of grain forage crops in the years of the research. The highest coefficient of organic matter (potentially mineralizing) transformation was noted in the rhizosphere of grain-forage barley Omsk hulless 1 when seeds were treated with Rizoagrin - 148 units (109 units in the control) and in the rhizosphere of cereal oat Siberian Hercules when seeds were treated with Mizorin - 91.5 units. (55.8 units in the control).

Bibliography:

1. Tikhonovich, I. A. Microbiological aspects of soil fertility and problems of sustainable agriculture / I. A. Tikhonovich, Yu. V. Kruglov // *Soil Fertility*. - 2006. - № 5. - P. 9-12.
2. Environmental safety and sustainable development. Book 3. Soil resistance to anthropogenic impact. - Pushchino: United Scientific and Technical Publishing House Pushchino Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2001. - 203 p.
3. Khrantsov, I.F. Current state of soil fertility and productivity of agroecosystems with long-term usage of biologization and chemicalization methods / I.F. Khrantsov, N.A. Voronkova, N.F. Balabanova // *Current Problems of Science and Education*. - 2012. - № 2. - P. 392.
4. New technologies for production and usage of biological products of complex effect: monograph / edited by A. A. Zavalin, A. P. Kozhemyakov. - St. Petersburg: Khimizdat, 2010. - 64 p. - ISBN 978-5-93808-188-8.
5. Efficiency of preparations of associative nitrogen fixers when inoculating seeds of various barley varieties in the conditions of the South of Western Siberia / A. M. Streletskiy, O. F. Khamova, N. A. Popolzukhina [et al.] // *Soil Fertility*. - 2018. - № 4 (103). - P. 49-52.
6. Timokhin, A. Yu. Leguminous crops in the system of irrigated agroecosystems: monograph / A. Yu. Timokhin, V. S. Boyko. - Omsk: FSBSI Omsk Agricultural Research Center, 2021. - 164 p. - ISBN 978-5-98559-008-1.
7. Tepper, E. Z. Practice on microbiology: textbook for universities / E. Z. Tepper, V. K. Shilnikova; edited by V. K. Shilnikova. - 5th ed., revised. and upgr. - Moscow: Drofa, 2004. - 256 p. - ISBN 5-7107-7437-5 (translated).
8. Dospikhov, B. A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) / B. A. Dospikhov. - 5th ed., revised. and upgr. - Moscow: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
9. Cheverdin, A. Yu. Influence of biological products based on associative bacteria on microbiological activity of segregated black soil / A. Yu. Cheverdin, Yu. I. Cheverdin, V.I. Turusov - 2019. - № 12. - P. 22-31. - DOI 10.1134/S0002188119120032.
10. Akhmetov, N. S. Application of Azorizin biological product is a reliable way to increase productivity and quality of barley crops / N. S. Akhmetov, V.R. Gabdulin, A. A. Alferov // *Agrochemical Vestnik*. - 2016. - № 2. - P. 2-4.
11. Mukha, V. D. About parameters reflecting the intensity and direction of soil processes / V. D. Mukha // *Collection of scientific works of Kharkov Agricultural Institute*. - Kharkov, 1980. - V. 273. - P. 13-16.
12. Belimov, A. A. Interaction of associative bacteria and plants depending on biotic and abiotic factors: spec. 03.00.07 : abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences / Belimov Andrey Alekseevich; St. Petersburg State University. - St. Petersburg, 2008. - 35 p.
13. Analysis of the effects of co-inoculation of arbuscular mycorrhiza fungi and rhizobia on growth and development of pea plants *Pisum sativum* L. / I.V. Leppyanen, O.Yu. Shtark, O.A. Pavlova, A.D. Bovin, K.A. Ivanova, T.S. Serova, E.A. Dolgikh // *Agricultural biology*. - 2021. - V. 56(3). - P. 475-486.
14. Gamzikov, G. P. Agrochemistry of nitrogen in agroecosystems / G. P. Gamzikov. - Novosibirsk: RAAS, Siberian Branch, 2013. - 790 p.
15. Kozhevnikov, P. A. Soil health as a problem of biotechnology / P. A. Kozhevnikov // *Biotechnology: state and development prospects: materials of the congress*. - Moscow, 2007. - Part 2. - P. 114.
16. Kruglov, Yu. V. Biological products in agriculture. Methodology and practice of using microorganisms in plant growing and feed production / Yu. V. Kruglov, N. V. Kandybin, G. Yu. Laptsev; Russian Academy of Agricultural Sciences, All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology. - Moscow: Russian Agricultural Academy, 2005. - 153 p. - ISBN 5-85941-231-2.
17. Zakharov, S. A. Influence of complex organomineral fertilizer (COMF) and biological products on productivity of winter wheat and soil biological activity in Ulyanovsk region / S. A. Zakharov // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2021. - № 3 (55). - P. 69-73. - DOI 10.18286/1816-4501-2021-3-69-73.
18. Biological activity of soil of oat rhizosphere (*Hordeum vulgare* L.) in case of seed inoculation with associative diazotrophs / A.A. Bozhko, N.A. Popolzukhina, O.F. Khamova [et al.] // *Problems of Agrochemistry and Ecology*. - 2019. - № 2. - P. 60-64. - DOI 10.26178/AE.2019