

Федеральное агентство научных организаций России
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ЮГО-ВОСТОКА"

ТЕХНОЛОГИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ
БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В СТЕПНОЙ
ЗОНЕ ПОВОЛЖЬЯ



г. Саратов 2017

Рекомендации: Технология эффективного применения бактериальных препаратов для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в степной зоне Поволжья // ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов, 2017 г., 26 с.

Рекомендации подготовили: Т.М. Ярошенко, Д.Ю. Журавлев, Н.Ф. Климова, В.А. Куликова.

В рекомендациях изложены экспериментальные данные по применению современных бактериальных препаратов на основе различных штаммов азотфиксирующих бактерий под зерновые и бобовые культуры в погодноклиматических условиях Правобережья Саратовской области, их влияния на урожайность и устойчивость к стрессовым ситуациям (засуха и т.д.). Перечислены основные технологические процессы, необходимые для проведения предпосевной инокуляции семян возделываемых культур.

Рекомендации предназначены для руководителей, специалистов и предпринимателей в области земледелия, научных сотрудников и студентов аграрных учреждений.

Содержание

1. Введение	4
2. Микробиологические препараты и их эффективность	5
3. Характеристика используемых препаратов	7
4. Предпосевная инокуляция семян микробиологическими препаратами	10
5. Показатели эффективности применения бактериальных препаратов в засушливых условиях Саратовского Правобережья	15
6. Список использованных источников	25

Введение

Развитие и внедрение экологически ориентированных систем сельского хозяйства, получение экологически чистых продуктов питания является одним из наиболее перспективных направлений развития современного сельского хозяйства. Необходимо используя достижения науки, накопленный поколениями земледельцев опыт, обеспечить широкое внедрение в сельскохозяйственное производство экологически ориентированных систем землепользования, при которых обеспечивается высокий и стабильный уровень сельскохозяйственного производства, не наносится урон окружающей среде.

Кроме того, резкое сокращение применения в сельском хозяйстве минеральных удобрений делает необходимым поиск альтернативных источников улучшения минерального питания сельскохозяйственных культур.

В последнее время в нашей стране и за рубежом разработан целый ряд биопрепаратов на основе различных штаммов бактерий и грибов, обладающих комплексом полезных свойств, для повышения почвенного плодородия и продуктивности культурных растений, повышения качества урожая, снижения норм внесения минеральных удобрений и пестицидов. Микробиологические препараты, используемые в земледелии, не оказывают отрицательного эффекта в кратко-, средне- и долгосрочных планах. Они регулируют нормальное функционирование почвенной и ризосферной микрофлоры, режим питания растений, защиту растений от болезней и вредителей [11, 12, 13].

Оценивая эффективность микробиологических препаратов можно выделить следующие показатели:

1. Положительные прямые:

- возрастание энергии прорастания семян, стимуляция роста, росторегулирующие функции;
- эффект антистресса при высадке рассады и саженцев в открытый грунт;
- землеудобрительные функции – эффект внесения 30-50% азотных, фосфорных, микроудобрений;

- борьба с вредителями и болезнями;
- снижение содержания нитратов;
- увеличение срока сохранности, лежкости продукции;
- повышение урожайности;
- улучшение качества продукции;
- санация почв и почвогрунтов при бессменном выращивании культур на одном месте;
- увеличение длительности плодоношения ряда культур.

2. Положительные побочные:

- получение ранней продукции;
- снижение химической нагрузки на агроценоз без снижения урожая;
- увеличение микробного разнообразия, устойчивости агробиоценоза к внешним воздействиям;
- пролонгированное оздоровление почвенной микробиоты;
- раскрытие потенциала собственной иммунной системы растения, увеличение сопротивляемости бактериальным и вирусным заболеваниям, поражаемости вредителями, реализация биологического потенциала сорта.

Микробиологические препараты и их эффективность

Одной из важнейших проблем, стоящей перед современной сельскохозяйственной микробиологией, является создание консорциумов полезных для культурных растений микроорганизмов, выделенных из природных источников, не вступающих в антагонистические отношения между собой и взаимодополняющие друг друга. Наиболее важными для сельского хозяйства интегрированными растительно-микробными системами являются эндомикоризный симбиоз (арбускулярная микориза), азотфиксирующие симбиозы (например, бобово-ризобиальный), ассоциации растений с полезными ризосферными микроорганизмами. Многочисленные производственные полевые опыты в различных регионах России и за рубежом на протяжении последних

пяти лет, показали высокую эффективность применения штаммов ризосферных бактерий для повышения продуктивности с/х культур и защиты их от заболеваний [1-9]. Повышение урожайности различных сельскохозяйственных культур варьировало от 12 до 70 % , отмечалось повышение качественных показателей сельхозпродукции. При использовании в сельскохозяйственном производстве биопрепаратов ризосферных бактерий с целью защиты растений от болезней, их биологическая эффективность была на уровне или выше аналогичных химических препаратов.

Так, в Пензенском ГПУ в условиях полевого опыта в 2002-2004 гг. проводили исследования влияния азотофиксирующих бактериальных препаратов на продуктивность яровой пшеницы. Перед посевом семена яровой пшеницы были обработаны препаратами ризоагрин, флавобактерин, агрика и их смесями. Результаты показали, что их применение способствовало увеличению полевой всхожести семян и площади листовой поверхности вегетирующих растений по сравнению с контролем. В среднем за 3 года урожай яровой пшеницы составил 2,45-2,63 т/га. Инокуляция семян препаратом агрики повысила урожай на 10,9%, ризоагрином на 9,0% и флавобактерином на 6,3%. Обработка бинарным составом увеличила урожайность на 14% и 15,4%, а совместное использование дало прибавку урожая в 19% [6].

Исследования ВНИИА, Марийского государственного университета и аграрного колледжа, проведенные в период 2001-2003 гг. в условиях дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве были направлены на изучение влияния биопрепарата флавобактерин на урожай и качество ячменя. По результатам проведенных исследований было установлено, что при инокуляции семян флавобактерином прибавка урожая ячменя в среднем за 6 лет без применения удобрений и на фоне Р60К60 составила 0,2 т/га. На фоне полного минерального удобрения прибавка составила 0,33 т/га. Инокуляция семян ячменя также способствовала увеличению содержания в зерне сырого белка и массы 1000 семян [4].

В Нижегородской ГСХА в условиях серой лесной почвы в течение 2006-2008 гг. проводились исследования совместного применения бактериальных удобрений азотовит и бактофосфин с комплексным препаратом микромак. Результаты проведенных исследований показали, что в целом за 3 года урожайность яровой пшеницы выросла на 8,5-17,5% по сравнению с контролем. Кроме того, совместное использование препаратов способствовало активизации биологических почвенных процессов [10].

Лабораторией плодородия почв ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» проводились производственные испытания микробиологических препаратов уже хорошо известных, а также на основе новых штаммов микроорганизмов-азотфиксаторов из коллекции ВНИИСХМ г. Санкт-Петербурга с целью выявить наиболее эффективные под зерновые культуры в условиях Засушливого Поволжья.

Характеристика используемых препаратов

ФЛАВОБАКТЕРИН®. Микробиологический препарат ФЛАВОБАКТЕРИН является эффективным экологически безопасным средством повышения урожайности и качества продукции технических, зерновых и плодовых культур, картофеля, кормовых корнеплодов и трав.

Основой ФЛАВОБАКТЕРИНА является природный отселектированный штамм "дружественных" растениям бактерий *Flavobacterium* sp., которые, заселяют прикорневую зону растений (ризосферу) и поверхность корней сельскохозяйственных культур;

Флавобактерии фиксируют азот из атмосферного воздуха и питают им растения; вырабатывают суперактивный антибиотик "флавоцин" с широким спектром действия на фитопатогенные грибы и бактерии, выделяют ростостимулирующие вещества и витамины, переводят труднодоступные макро- и микроэлементы в легкодоступные для растений формы;

Применение ФЛАВОБАКТЕРИНА заменит внесение 40-50 кг/га аммиачной селитры или 20-25 т/га навоза КРС, а также 50-90 кг/га простого суперфосфата, т.е. затраты на систему удобрений снизятся как минимум в 3-4 раз, не считая снижения затрат на ГСМ, внесение и транспортировку минеральных удобрений;

ФЛАВОБАКТЕРИН представляет собой порошкообразный субстрат влажностью 60% с прилипателем. В одном грамме препарата содержится 2-4 млрд. бактерий, посторонняя микрофлора отсутствует. Фасуется препарат в полиэтиленовые пакеты по 0,6 кг. Хранить его следует при температуре 8-10°C в помещениях закрытых от солнечных лучей. При соблюдении условий хранения срок годности препарата составляет более 6 месяцев.

РИЗОАГРИН®. Микробиологический биопрепарат РИЗОАГРИН является эффективным экологически безопасным средством повышения урожайности и качества зерна озимых и яровых хлебов. В среднем по России прибавка урожая при его применении составляет 15-30% с одновременным увеличением в зерне на 10-20% содержания белка и клейковины;

РИЗОАГРИН увеличивает продуктивную кустистость хлебных злаков, массу зерен и их количество в колосе, снижает гибель растений при перезимовке за счет адаптации их к неблагоприятным условиям (резким колебаниям температуры, наличию в почве и семенах возбудителей болезней, недостатку или избытку влаги, другим стрессовым факторам);

Основой РИЗОАГРИНА является природный отселектированный штамм "дружественных" зерновым хлебам бактерий вида *Agrobacterium radiobacter*, которые, заселяют прикорневую зону растений (ризосферу) и поверхность корней зерновых культур;

Применение РИЗОАГРИНА заменит внесение 40-60 кг/га аммиачной селитры или 20-30 т/га навоза КРС, а также 60-100 кг/га простого суперфосфата, т.е. затраты на систему удобрений снизятся как минимум в 3-5 раз, не считая снижения затрат на ГСМ, внесение и транспортировку мин. удобрений;

МИЗОРИН®. Микробиологический препарат МИЗОРИН является эффективным экологически безопасным средством повышения урожайности и качества клубней картофеля, сорго, многолетних злаковых и бобовых трав (клевера, люцерны, эспарцета и др.), зернобобовых культур (сои, люпина, фасоли и др.).

Применение МИЗОРИНА позволяет снизить заболеваемость растений картофеля фитофторозом в 2-4 раза, корневыми гнилями в 3-4 раза, склеротинией - в 1,5-2 раза, кроме того снижается поступление из почвы тяжелых металлов и радионуклидов, а также способствует повышению на 20-30% эффективности применения РИЗОТОРФИНА на бобовых культурах;

Основой МИЗОРИНА является природный отселектированный штамм "дружественных" растениям ризобактерий *Arthrobacter mysorens*, которые заселяют прикорневую зону растений (ризосферу), поверхность корней и клубеньков сельскохозяйственных культур;

Артробактерии фиксируют азот из атмосферного воздуха и питают им растения; улучшают образование азотфиксирующих клубеньков у бобовых культур, вырабатывают природные антибиотики, выделяют ростостимулирующие вещества (природные аналоги ауксинов и гетероауксинов) и витамины, переводят труднодоступные макро- и микроэлементы в легкодоступные для растений формы;

МИЗОРИН представляет собой порошкообразный субстрат влажностью 60% с прилипателем. В одном грамме препарата содержится 2-4 млрд. бактерий, посторонняя микрофлора отсутствует. Фасуется препарат в полиэтиленовые пакеты по 0,6 кг. Хранить его следует при температуре 8-10°C в помещениях закрытых от солнечных лучей. При соблюдении условий хранения срок годности препарата составляет более 6 месяцев. Препарат прост в применении и экономичен.

Предпосевная инокуляция семян микробиологическими препаратами

Известная технология использования бактериальных удобрений включают две операции: обработку (инокуляцию) семян биопрепаратом и их высев. Инокуляцию рекомендуют производить вручную, машинами типа бетономешалки и протравителями. При обработке посевного материала описанными способами и машинами операция инокуляции является самостоятельным элементом технологии. Для ее выполнения необходимы определенные материальные и трудовые затраты.

При ручной инокуляции семена, предварительно увлажненные отстоявшейся водой или прилипателем (2-3% раствора патоки, латекса или натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы, молочный обрат, из расчета 1,5-2,0% по отношению к массе семян), рассыпают на брезент и тщательно перемешивают с необходимым количеством препарата (для зерновых и овощных культур – 400-500 г). Для обработки мелких семян (проса и других) рабочую смесь необходимо отфильтровать через марлю или сетку. Обработанные семена упаковывают в мешки и вывозят в поле для посева. Все операции по инокуляции проводят в помещении или в тени.

Рекомендуемые для выполнения этой же операции порционные машины типа бетономешалки имеют низкую производительность, так как они работают циклически и имеют малый объем смесительных баков. На таких устройствах отсутствуют дозаторы зерна. Для загрузки машин необходимы или дополнительные технические средства, или применение ручного труда.

При механизированной обработке семян биопрепаратом используют машины для протравливания семян (ПСШ-3, ПС-10 и другие) по технологии аналогичной протравливанию. Перед работой машины необходимо тщательно очистить от ядохимикатов, промыть и обезвредить согласно санитарным нормам. При обработке семян используют шнековый погрузчик и ленточный транспортер. Для этого в начале транспортера устанавливают емкость с раствором биопрепарата и через лейку обрабатывают семена. Для улучшения

адсорбции биопрепарата на поверхности семян можно использовать прилипатель. Применяют следующие водные концентрации препаратов: 7-12% раствор сульфитно-спиртовой барды; 1-1,5% раствор казеина технического; 2-3% раствор латекса или патоки; 2-2,5% раствор натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы технической (натрий КМЦ); снятое молоко (обрат) используют без разбавления. Для приготовления раствора прилипателя необходимо поместить в 10-ти литровую емкость (ведро) определенное количество одного из имеющихся прилипателей (1,5-2,0% от массы семян) и довести водой до объема 10 л.

Как известно, гербициды и фунгициды могут оказывать негативное воздействие на микроорганизмы бактериальных препаратов, поэтому гербициды следует вносить в почву за 7-10 дней до посева и, по возможности отказаться от протравливания обработанных бактериальными препаратами семян. Если оно необходимо, то используют ТМТД или фентиурам, проводят его не позднее 30 дней до посева семян с использованием не более 3 кг/га фунгицида. Семена, протравленные фундазолом, фитолавином, инокулируют не раньше 10-15 дней после протравливания. Протравленные формалином семена обрабатывают биопрепаратом сразу после этого.

Однако есть технологии, которые позволяют инокулировать посевной материал биопрепаратами и обработать протравителем как одну операцию. Но в этом случае дозу удобрений необходимо увеличить в два раза, так как при смешивании таких компонентов погибает до 50% клеток бактерий. Увеличение дозы ведет к дополнительным затратам.

Совмещенный процесс обработки посевного материала биологическим и химическим препаратами проверялся на протравителе ПС-10А. Но для выявления возможностей машины каждый компонент подавался отдельно в разные места семенного потока. Садовым опрыскивателем раствор удобрений разбрызгивался на зерно при его заборе загрузочным транспортером протравителя, а фунгицид впрыскивался в смесительную камеру. Установлено, что промежуточный шнек машины забивается и процесс прекращается.

Забивание шнека вызвано высокой влажностью зерна. Тогда биопрепарат подавали на семена при их выходе из выгрузного шнека. Процесс протекал устойчиво. Так как бактериальные удобрения подавались на семена еще мокрые от фунгицида, то доза биопрепарата была в два раза больше нормы.

В реальном сельскохозяйственном производстве, за редким исключением, обработка семенного материала фунгицидами ведется предварительно, после чего он хранится несколько суток. Жизнедеятельность бактерий, нанесенных на зерно ограничена. Такой материал может храниться до высева не более 12 часов, следовательно реализация технологии инокуляции семян биоудобрениями различными способами и механизмами ограничивается не только их технологическими возможностями и затратами, но и жесткими временными рамками.

Инокуляцию посевного материала биоудобрениями предлагается проводить также при его погрузке в транспортные средства погрузчиками непрерывного и порционного действия.

В четырех хозяйствах семена ячменя обрабатывались биопрепаратами в процессе погрузки зерна в транспортные средства скребковыми погрузчиками различных марок. Водный раствор препарата садовым опрыскивателем подавался на семенной поток в момент его забора наклонным транспортером. Процесс погрузки с одновременной инокуляцией зерна протекал устойчиво. Обработанные семена ячменя были высеяны сеялками СЗП-3,6 на площади 250 га. Высев проходил без нарушений. Прибавка урожая по четырем полям составила от 3,5 ц/га до 8,6 ц/га. Средневзвешенная ее величина была 4,4 ц/га.

Инокуляцию семян озимой пшеницы и ячменя бактериальными удобрениями производили в процессе погрузки зерна фронтальным погрузчиком ПКУ-0,8. Раствор впрыскивали на семенной поток, высыпавшийся из ковша погрузчика в транспортное средство. Для уменьшения толщины потока скорость наклона ковша была уменьшена. За счет этого качество обработки семян улучшилось, а продолжительность погрузки транспортных средств уве-

личилась на 10-15%. Увеличение времени погрузки не повлияло на процесс посева в целом. Обработанные семена ячменя были высеяны сеялками СЗП-3,6 на двух полях общей площадью 120 га. Прибавка урожая по полям составила 5,0 ц/га и 6,7 ц/га. От реализации дополнительно полученной продукции чистая прибыль составила 74 тыс. рублей, а каждый затраченный рубль дал прибыль 12,5 рублей [4].

Последние исследования в области микробиологии показали, что внесение бактериальных удобрений в период вегетации повышает качество зерна. Поэтому в период колошения посевы озимой пшеницы опрыскивали биопрепаратами. Эту операцию совместили с обработкой посевов против клопа-черепашки. Внесение смеси химических и биологических препаратов проводилось по технологической колее серийным тракторным опрыскивателем. Баковую смесь готовили в опрыскивателе на поле. Доза внесения биопрепарата – 1 л/га, а баковой смеси – 250 л/га.

Прибавка урожая озимой пшеницы составила 3,9 ц/га. Зерно - продовольственное. От реализации дополнительной продукции чистая прибыль составила 37 тыс. рублей. На затраченный рубль получено 7,7 рублей [3].



Рис.1 - Влияние бактериальных препаратов на структуру урожая озимой пшеницы Калач 60, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», 2016 г.

Таким образом, технологические операции применения бактериальных удобрений совмещаются с операциями типовых технологий возделывания основных зерновых культур и выполняются серийными машинами.

Показатели эффективности применения бактериальных препаратов в засушливых условиях Саратовского Правобережья

Лабораторией плодородия почв ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» были проведены испытания новых эффективных препаратов на основе штаммов микроорганизмов-дiazотрофов, способных увеличивать урожайность основных зерновых культур на 15-20%. Полевые опыты были заложены на черноземе южном Экспериментального хозяйства ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» с проведением предпосевной инокуляции биопрепаратами семян яровой пшеницы и проса. В лесостепной зоне эксперимент проводился на черноземе обыкновенном хозяйств Балашовского района на гречихе.

Прежде всего, следует отметить, что погодные условия в период проведения эксперимента крайне отличались. Урожайность яровой пшеницы определялась количеством осадков в начале вегетации.



Рис. 2 - Влияние бактериальных препаратов на структуру урожая яровой пшеницы, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», 2015 г.

Тем не менее, приведенные в таблице 1 данные эффективности применения препаратов для инокуляции семян яровой пшеницы, наглядно демонстрируют положительную тенденцию увеличения урожайности яровой пшеницы с применением микробиологических препаратов. Применение микробиологических препаратов позволило получить прибавки урожая яровой пшеницы до 0,48-0,49 т/га. Наибольшая прибавка урожая яровой пшеницы была получена от применения нового микробного препарата на основе штамма 18. На этом варианте зарегистрирован и высокий уровень рентабельности 257%, что, безусловно, объясняется высоким доходом, предусматривающим получение чистой прибыли на га посевной площади при малых затратах. Необходимо принимать во внимание и умеренную стоимость микробиологических удобрений (805 рублей стоит 1 кг препарата). Максимальная рентабельность и высокий уровень дохода был получен от применения ризоагрина, препарата уже более 10 лет существующего на Российском сельскохозяйственном рынке, прошедшим производственную проверку и рекомендованным для предпосевной обработки семян основных зерновых культур (табл. 1).

Таблица 1- Эффективность применения бактериальных препаратов для инокуляции семян яровой пшеницы.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Стоимость прибавки, руб.	Затраты, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
контроль	0,88	-	-	-	-	-
Шт. 6	0,86	-	-	-	-	-
Шт. 8	0,107	0,19	893	512	381	74
Шт. 17	0,67	-	-	-	-	-
Шт. 17-5	1,20	0,32	1504	533	971	182
Шт. 18	1,37	0,49	2303	645	1658	257
Шт. 30	0,70	-	-	-	-	-
Мизорин	1,27	0,39	1833	538	1295	241
Ризоагрин	1,36	0,48	2258	545	1713	314
Флавобактерин	1,35	0,47	2209	543	1665	306

Применение микробиологических препаратов на фоне минеральных удобрений не дало высокой эффективности. Это объясняется тем, что рано

наступающее пересыхание слоя почвы 5-10 см не способствует растворению гранул минеральных удобрений, внесенных под предпосевную культивацию, что, безусловно, снижает их эффективность. Более того, увеличением дозы минеральных удобрений до $N_{40}P_{40}$ не привело к росту урожайности яровой пшеницы. Прибавки в полцентнера были получены лишь на вариантах с применением препаратов на основе штаммов микроорганизмов 8 и 17-5. Следовательно, увеличение дозы минеральных удобрений нерентабельно, а, значит, экономически невыгодно, и приводит к увеличению концентрации почвенного раствора, и по-видимому, к ингибированию активности почвенной микрофлоры (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние бактериальных препаратов урожайность яровой пшеницы на удобренном фоне

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю+ фон, т/га
Контроль	0,88	-
Контроль +N20P20	0,91	-
Шт. 6 + N20P20	1,38	0,47
Шт. 8.+ N20P20	1,35	0,44
Шт. 17-5 + N20P20	1,33	0,42
Шт. 18-5+ N20P20	0,95	0,04
Контроль+ N40P40	0,98	-
Шт. 6 + N40P40	0,84	-
Шт. 8 + N40P40	1,03	0,05
Шт. 17-5 + N40P40	1,04	0,06
Шт. 18-5 + N40P40	0,83	-

В таблице 3 приведена эффективность бактериальных препаратов для предпосевной инокуляции семян проса. Наибольшая прибавка урожая проса была получена на варианте с применением мизорина Шт. 7. На этом варианте получен и высокий доход от применения препарата - 1276 рублей на 1 га посевной площади, и уровень рентабельности составил 232%.



Рис. 3 - Влияние бактериальных препаратов на структуру урожая проса Саратовское желтое, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», 2015 г.

Применение под просо препаратов на основе новых, менее изученных, штаммов микроорганизмов оказалось малоэффективным.

Таблица 3 -Эффективность применения бактериальных препаратов для инокуляции семян проса.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Стоимость прибавки, руб.	Затраты, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	1,28	-	-	-	-	-
Шт. 6	1,43	0,15	720	526	194	37
Шт. 8	1,36	0,08	384	519	-	-
Шт. 17	1,34	0,06	288	519	-	-
Шт. 204	1,57	0,29	1392	539	853	158
Шт. 7	1,66	0,38	1824	548	1276	232
Шт. 30	1,46	0,18	864	529	335	63

Тенденция влияния микробиологических препаратов на урожайность проса на фоне минеральных удобрений на протяжении всех лет полевых ис-

пытаний оставалась та же, что и для яровой пшеницы. Увеличение дозы минеральных удобрений не приводило из-за их высокой рыночной стоимости к экономически выгодному росту урожайности культуры (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние бактериальных препаратов урожайность проса на удобренном фоне.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю+фон, т/га	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю+фон, т/га
Контроль	1,28	-	1,28	-
N20P20			N40P40	
Контроль	1,42		1,46	-
Шт. 6	1,44	0,02	1,45	-
Шт. 8	1,41	-	1,64	0,18
Шт. 17	1,40	-	1,49	0,03
Шт. 204	1,64	0,22	1,70	0,24
Шт. 7	1,76	0,34	1,74	0,28
Шт. 30	1,63	0,21	1,52	0,06

В среднем за годы исследований урожайность яровой пшеницы составила 8,1 ц/га. Все изучаемые штаммы микроорганизмов, за исключением штамма 6, оказали стимулирующее влияние на урожайность яровой пшеницы. Так, прибавка урожая культуры по отношению к контролю составила в среднем 1,5-2,0 ц/га. Наибольшую эффективность за годы исследований проявил штамм 10. На этом варианте прибавка урожая яровой пшеницы составила приблизительно 53%. Морфологический анализ снопового материала показал следующее. Предпосевная инокуляция посевного материала, так или иначе, способствует активизации почвенной микрофлоры, в результате чего происходит улучшение питательного режима почвы. Складываются более благоприятные условия для роста растений, развития корневой системы, нарастания вегетативной массы, что не может не отразиться на урожайности зерновых. Так в 2014 г. на варианте с применением штамма 10 масса 1000 зерен яровой пшеницы составила 43,0 г, на контроле 42,5 г. В 2016 году этот же штамм 10 обеспечил увеличение массы 1000 зерен с 28,9 гр. до 30,0 г (рис. 4).

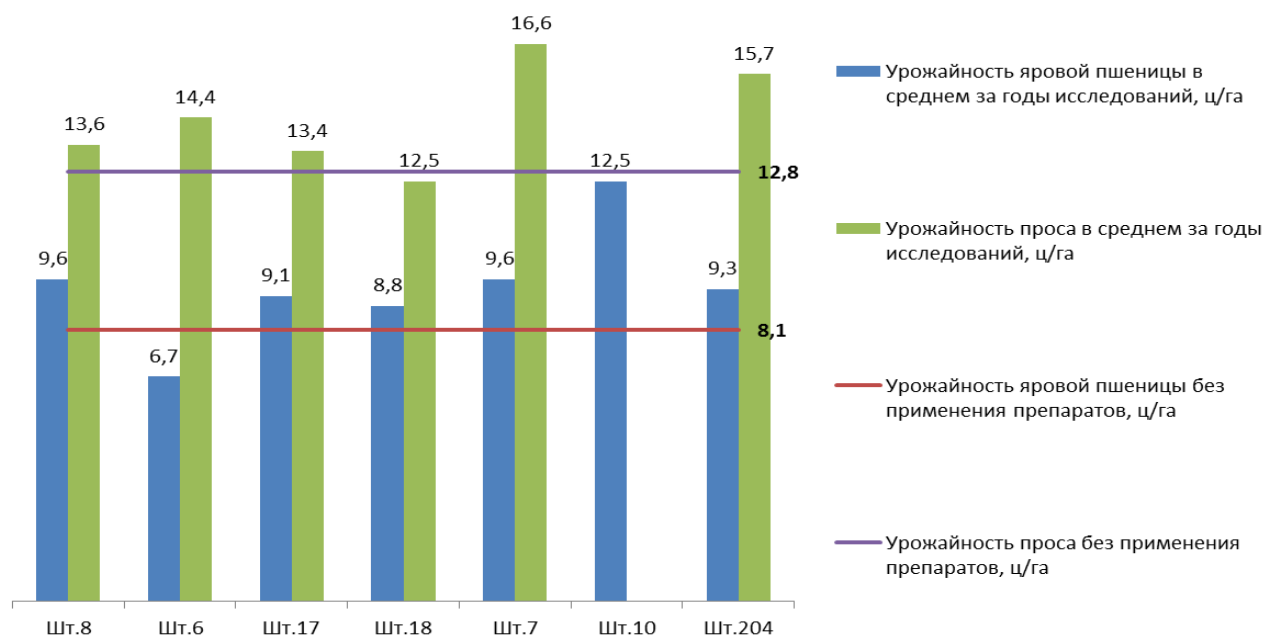


Рис. 4 - Влияние бактериальных препаратов на урожайность яровой пшеницы и проса в среднем за годы исследований, ц/га.

Просо – культура отзывчивая на применение бактериальных препаратов (рис. 4.). Так, прибавки урожайности культуры в среднем за годы исследований составили 0,7-3,8 ц/га. Наибольшую эффективность проявил штамм 7 (мизорин). Предпосевная инокуляция семенного материала на этом варианте способствовала получению дополнительно с га 3,8 ц зерновой продукции, что составляет к контролю 29,7%. Мизорин - хорошо известный, используемый более 15 лет на рынке производства сельскохозяйственной продукции микробный препарат, своеобразный «стандарт». В наших исследованиях новые штаммы 8, 17 были менее эффективными в полевых условиях по сравнению с мизорином.

Анализируя полученные результаты, авторы пришли к выводу, что более выраженный положительный эффект влияния на просо микробные препараты имели в засушливые годы (рис. 5).

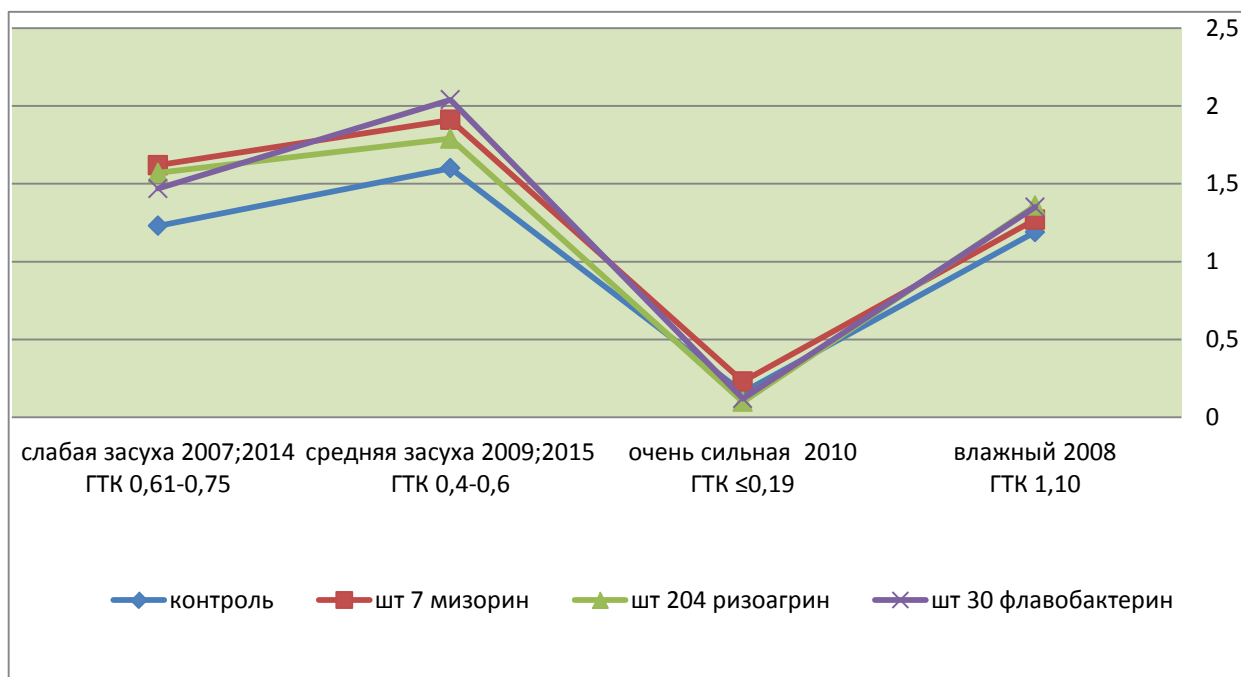


Рис. 5 - Эффективность применения бактериальных препаратов на просе в зависимости от ГТК вегетационного периода.

Так, в годы, где гидротермический коэффициент находился в диапазоне 0,4-0,75 прибавка урожайности зерновой культуры составила в среднем 0,31 т/га. Наибольшую эффективность в годы со средним дефицитом влаги проявил штамм 7, на этом варианте было получено 2,04 т/га проса по сравнению с контрольным значением 1,6 т/га; на вариантах с применением штаммов 204 и 30 – 1,79 т/га и 1,91 т/га соответственно. Во влажные годы урожайность культуры в опыте с микробными препаратами колебалась в пределах 1,19-1,36 т/га. По данным отдела земледелия ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» в сухие годы плотность почвы увеличивается по сравнению с влажными годами. Возможно, процесс азотфиксации протекающий в анаэробных условиях, имеет тенденцию усиливаться, что положительно влияет на азотный режим почвы. Так, во влажные годы в фазу полного кущения проса в пахотном слое почвы содержалось 8,5 мг/кг нитратного азота. В засушливые годы его содержание увеличивалось в среднем до 9,1 мг/кг. Следует предположить, что урожайность проса, обработанного микробными

препаратами, в засушливые годы зависит от изменения физических свойств почвы, определяющих уровень минерального питания растений.

Результаты эффективности применения бактериальных препаратов на гречихе в хозяйствах Балашовского района Саратовской области представлены в таблице 5. Наибольшая прибавка урожая гречихи была получена от применения ризоагрина на фоне N₄₅P₄₅. Она составила 1,04 т/га. На этом варианте была отмечена самая низкая себестоимость 1 тонны продукции 1490 руб. и самый высокий доход 8560 руб./га в ценах 2015 года. Уровень рентабельности составил соответственно 216%.

Таблица 5- Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность гречихи в лесостепной зоне Саратовского Правобережья.

Вариант	Урожайность (среднее), т/га	Прибавка к контролю, т/га	Себестоимость 1 т зерна, тыс. руб.	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	1,40	-	1,82	4,45	175
Флавобактерин	1,71	0,31	1,61	5,79	210
Мизорин	1,83	0,43	1,52	6,37	229
Ризоагрин	1,86	0,46	1,50	6,51	233
N ₄₅ P ₄₅	1,85	0,45	1,71	5,26	192
N ₄₅ P ₄₅ + флавобактерин	2,10	0,70	1,82	5,88	174
N ₄₅ P ₄₅ + мизорин	2,27	0,87	1,70	6,93	194
N ₄₅ P ₄₅ + ризоагрин	2,44	1,04	1,59	7,75	216
N ₆₀ P ₆₀	1,49	0,09	1,49	8,56	235
N ₆₀ P ₆₀ + флавобактерин	1,63	0,23	1,94	5,54	158
N ₆₀ P ₆₀ + мизорин	1,73	0,33	2,38	3,90	110
N ₆₀ P ₆₀ + ризоагрин	1,75	0,35	2,29	4,42	119

В ООО «Аграрий» Саратовского района Саратовской области в 2015-16 гг. были проведены полевые испытания микробиологических препаратов нового поколения. В качестве объекта исследований был использован гибрид сои Соер-3 (Рис. 6).

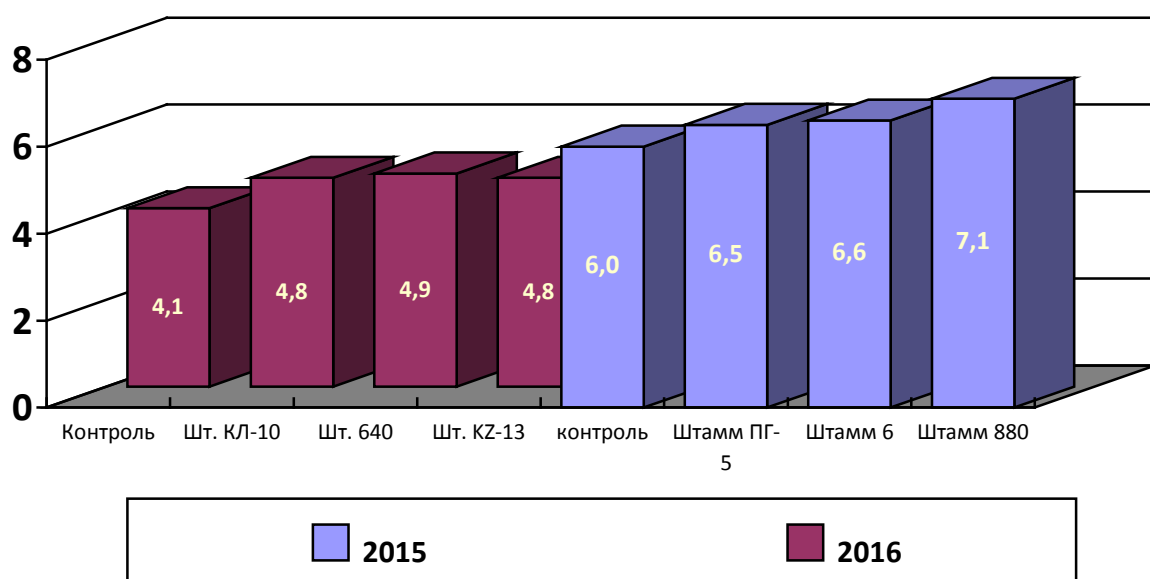


Рис. 6 - Влияние микробных препаратов нового поколения на урожайность сои Соер-3.

Применение новейших микробных препаратов для предпосевной инокуляции семян зернобобовых, в частности сои, в оба года исследований имело положительный результат. Урожайность культуры на контрольных вариантах средняя по Саратовской области, что объясняется непростыми погодно-климатическими условиями исследуемых лет, а также недостаточно высоким уровнем агротехники в опыте. Однако стабильная прибавка урожая сои в оба года исследований составила 18%. Все исследуемые штаммы были активны в полевых условиях. Наибольшую эффективность проявил штамм 880. Учитывая значимость полученных результатов для усовершенствования технологии возделывания зернобобовых культур в засушливом Поволжье, поиск перспективных препаратов на основе азотфиксирующих микроорганизмов должен быть продолжен.

Таким образом, производственные опыты, проведенные нами, показали, что применение микробиологических препаратов в сельском хозяйстве имеет огромную перспективу. Этот прием, как составляющая часть экологически ориентированных систем сельского хозяйства, обеспечивает:

- - увеличение урожая основных культур и повышение качества с/х продукции в среднем на 15-25%;
- - в большей степени реализовать почвенно-климатический потенциал агроландшафта;
- - улучшение роста, продуктивности, сохранности, качественных показателей конечной продукции;
- - снижение (на 25-60%) доз минеральных, в первую очередь азотных и фосфорных;
- - возможность переориентации ряда хозяйств на более рентабельное производство новых видов продукции, в том числе экологически чистой;
- - повышение плодородия почв, оздоровление почвенной микробиоты;
- - увеличение рентабельности сельскохозяйственных предприятий на 30-50%.

Список использованных источников

1. Базилинская М.В. Ассоциативная азотофиксация злаковых культур. – М.: ВНИИТЭИ Агропром, 1988. – 44 с.
2. Завалин А.А., Виноградова Л.В. Влияние ассоциативных diaзотрофов на формирование урожая сортов яровой пшеницы //Агрохимия. – 2000. - №10. – С. 38-44.
3. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА. 2005. – 302 с.
4. Завалин А.А. Влияние удобрений и флавобактерина на ячмень // Завалин А.А., Алметов Н.С., Бердников В.В., Никандрова Н.Е. / Плодородие, 2009, №3, с. 35-36.
5. Звягинцев Д.Г. Почвы и микроорганизмы.- М.: Наука, 1975. – 107 с.
6. Карпова Г.А. Продукционный процесс яровой пшеницы под влиянием ассоциативных азотофиксаторов // Карпова Г.А./ Плодородие, 2008, №3, с. 30-31.
7. Кожемяков А.П., Хотянович А.В. Перспективы применения биопрепаратов ассоциативных азотофиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве // Бюлл. ВИУА №110. 1997. С. 4-5.
8. Никитин С.Н. Влияние бактериальных удобрений на микрофлору почвы и урожайность яровой пшеницы // Матер. научн. практ. конф. // Агроэкологические аспекты повышения с.-х. производства. – Пенза, 2001. – С127-129.
9. Патыка В.Ф. Роль азотофиксирующих микроорганизмов в повышении продуктивности с.-х. культур: реф. дисс... д-ра биол. наук. – Л., 1991. – 48 с.
10. Платонычев Ю.Н. Эффективность влияния микромака и биопрепаратов на биологическую активность серых лесных почв // Платонычев Ю.Н./ Плодородие, 2009, №3, с. 33-35.
11. Сиунова Т.В., Анохина Т.О., Сизова О.И., Соколов С.Л., Сазонова О.И., Кочетков В.В., Боронин А.М., Patil S.G., Chaudhari A.B. Штаммы PGPR Pseu-

domonas, перспективные для создания биопрепаратов для защиты и стимуляции роста растений // Биотехнология. 2017. Т. 33. № 2. С. 56-67.

12. Сизова О.И., Сиунова Т.В., Анохина Т.О., Кочетков В.В. Особенности выбора штаммов ризосферных псевдомонад. перспективных для создания биопрепаратов // Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов. Сборник тезисов III Пущинской школы-конференции. Под редакцией Т.А. Решетиловой. - Москва: ООО «ИД «Вода: химия и экология», 2016. – С. 125-127.

13. <https://agroru.com>. Петров А.В., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России.