Российская академия сельскохозяйственных наук
Всероссийский научно исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии

БИОПРЕПАРАТЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Методология и практика использования микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве

Москва 2005

УДК 631:579

Биопрепараты в сельском хозяйстве. (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). М.: Издательство 2005 г. ……стр.

В книге в сжатой форме обобщены результаты многолетней работы ГНУ ВНИИСХМ по созданию микробных препаратов и применению их в растениеводстве и кормопроизводстве. Рассматриваются основные факторы, обусловливающие положительный эффект обработки растений микробными препаратами. Описываются способы применения биопрепаратов для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и защиты их от вредителей и фитопатогенных микроорганизмов возбудителей инфекционных заболеваний. Обсуждаются возможности использования микроорганизмов для биоремедиации техногенно загрязненных почв. Рассматриваются способы использования микроорганизмов для консервирования кормов и получения пробиотиков.

Авторский коллектив: И..А. Тихонович (Введение), А.П. Кожемяков и В.К.Чеботарь (глава 1), Ю.В.Круглов и А.П.Кожемяков (глава 2), Н.В. Кандыбин (глава 3), Г.Ю. Лаптев (глава 4).

Ответственные редакторы И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов.

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемый читателю материал является результатом работы многочисленного коллектива исследователей, разрабатывавших адаптивные технологии максимального использования микробного потенциала агрофитоценозов для получения конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции. Проблема конкурентоспособности стала особенно актуальной в последнее время, когда Россия стоит перед необходимостью выхода со своими товарами на международный рынок, а также защитой собственного товаропроизводителя от дешевого импорта. Широкая дискуссия, развернувшаяся вокруг вступления Росси в ВТО, ясно показывает, что проблема конкуренции не сводится, хотя и очень зависит, от финансовой политики, дотаций производителю сельскохозяйственной продукции. Обычно в качестве положительного примера в этом отношении называются суммы от 120 до 3000 долларов на гектар прямой поддержки, выделяемых развитыми странами на поддержку фермеров.

Необходимо всячески отстаивать научно обоснованную и эффективную политику финансовой поддержки российского села, однако при этом не меньшее внимание должно быть уделено технологиям производства и качеству урожая. Продукты заведомо низкого качества или произведенные с необоснованными затратами не имеют никаких шансов стать конкурентоспособными – их просто никто не купит даже и по демпинговой цене.

Современное земледелие предоставляет совершенно новые возможности для производства продукции с заданными свойствами с учетом типов местности и их углубленной идентификации – на ландшафтной основе, с минимальным риском разрушения природных экологических систем. Практически это реализуется при создании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Согласно определению академика В.И.Кирюшина, **адаптивно-ландшафтная система земледелия – это система использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.**

Проектирование и внедрение адаптивно ландшафтных систем земледелия позволяет минимизировать энергетические затраты, повысить качество урожая и сократить риск загрязнения окружающей среды. Для реализации этих задач недостаточно только традиционных подходов, основанных на применении агрохимикатов (пестицидов и удобрений), внедрения новых сортов интенсивного типа и т.д. Основное преимущество агроландшафтного подхода - это максимальное использование природных ресурсов.

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии предлагает научно обоснованный и

подтвержденным многолетней практикой, а потому реальный способ достижения данной цели. Этот способ – направленное регулирование почвенно-микробиологических процессов с целью оптимизации производства сельскохозяйственной продукции и сохранения почвенного плодородия.

За последнее время во всем мире, в том числе и в России интерес к проблемам микробиологии в сельском хозяйстве неизмеримо вырос. Удалось значительно расширить и углубить наши представления о роли микроорганизмов в жизни растений и сформулировать приоритетные практические задачи по сокращению объемов применения азотных и фосфорных удобрений при выращивании растений, замене пестицидов на микробиологические препараты, защите растений от стресса, в том числе и создаваемого загрязнением почв тяжелыми металлами и радионуклидами.

Такие технологии преимущественно основаны на использовании микробиологических препаратов, представляющих из себя живые клетки отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов, которые находятся или в культуральной жидкости, или адсорбированы на нейтральном носителе. Такой препарат позволяет создать огромную концентрацию полезных форм микроорганизмов (в грамме препарата содержится до 1-5 млрд. клеток бактерий) в нужном месте и в нужное время. За счет этого внесенные формы могут успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой и захватывать экологические ниши, предоставляемые им растением.

Микробиологические препараты известны уже более ста лет, однако зачастую их эффективность оказывалась недостаточной или нестабильной из-за чего они не смогли сыграть значимую роль в повышении продуктивности сельскохозяйственного производства. Только в последнее время появились фундаментальные знания, позволяющие преодолеть имеющиеся недостатки и предложить принципиально новые подходы к оптимизации микробно-растительного взаимодействия.

Речь идет прежде всего об открытии явления интеграции генетических систем микроорганизмов и растений в процессе взаимодействия. Особенно глубоко это явление было исследовано на модели клубеньковые бактерии – бобовые растения. В результате молекулярно-генетического изучения микро- и макросимбионтов удалось показать, что как бактерии, так и растения обладают наборами симбиотических генов, которые не экспрессируются (молчат) в отсутствии соответствующего партнера. Давно известное явление специфичности (способность устанавливать симбиоз только между партнерами с определенными генотипами) получило исчерпывающее объяснение на уровне передачи сигналов, предшествующей установлению симбиотических отношений. Каждое бобовое растение обладает определенным химическим «портретом», который определяется спектром флавоноидных соединений, специфичных для каждого вида бобового. Сигнальные молекулы флавонов и флавоноидов способны регулировать экспрессию бактериальных генов так, что одни соединения вызывают

экспрессию сим генов бактерий при специфичном взаимодействии (нарингенин - у клубеньковых бактерий гороха, лютеолин - у клубеньковых бактерий люцерны, дайдзеин – у клубеньковых бактерий сои и т.д.), а при неспецифичном взаимодействии те же соединения могут играть роль подавителей клубенькообразования. Экспрессия симбиотических генов бактерий ведет к выработке ответного сигнала, известного под названием нод-фактор, который является одним из наиболее активных гормонов, индуцирующих деление клеток у растений и запускающий симбиотические программы бобового растения. Структура нод-факторов у разных видов клубеньковых бактерий в основе сходна – это хитиноподобные молекулы, состоящие из 4-5 остатков глюкозамина. Специфичность в отношении индукции клубенькообразования у различных бобовых достигается за счет декорирования базовой структуры различными заместителями. Их разнообразие и создает уникальность комбинаций сигналов и рецепторов, обеспечивающую возможность различить партнера среди многочисленных форм неспецифических клубеньковых бактерий и патогенной микрофлоры. Таким образом, процесс установления симбиотических взаимоотношений это экологический процесс, протекающий в почве, поэтому почвенные условия должны обеспечивать возможность прохождения сигналов между растениями и бактериями.

В восприятии бактериальных сигналов у растения принимают участие сотни генов, которые работают в единой последовательности, определить которую впервые позволили работы, выполненные в нашем институте. Последовательное включение симбиотических генов растений отражает онтогенез симбиоза, в результате которого развиваются симбиотические структуры. Процесс образования этих структур протекает под контролем одновременно бактериальной и растительной генетических систем, работающих как единое целое, так, что стало возможным говорить об функционально интегрированном едином геноме симбиотической системы. Такая система контролирует выработку надорганизменных признаков или адаптаций, которыми не обладали ни бактерии, ни растения до взаимодействия. В данном случае речь идет о способности фиксировать молекулярный азот атмосферы.

По способности обеспечивать симбиотическую азотфиксацию бобовые значительно различаются между собой (от 100 кг на гектар в год у гороха – до 400-600 кг у бобовых трав). Однако достичь таких величин азотфиксация может только в том случае, если будут соблюдаться ряд экологических требований, среди которых важнейшим является наличие эффективного штамма клубеньковых бактерий, способного в условиях конкуренции со стороны спонтанных бактерий захватывать места образования клубеньков и формировать эффективно работающий симбиотический аппарат. В результате работы генетиков удалось описать целый ряд генов бактерий, влияющих на процесс симбиотической азотфиксации – гены, определяющие конкурентоспособность бактерий, влияющие на энергетические характеристики процесса и т.д. Отсюда возникла возможность селекции

наиболее эффективных штаммов с использованием самых современных методов передачи и рекомбинации генетического материала.

Не менее важны для взаимодействия и свойства симбиотических генов растений. Общее их число неизвестно, однако косвенные данные указывают, что до тысячи генов растений могут активироваться в результате контакта с микроорганизмами. Их описание и расшифровка в настоящий момент еще далеки от завершения, однако и проделанного достаточно, чтобы заключить, что растение обладает эффективной системой, позволяющей контролировать судьбу бактерий от узнавания и проникновения до трансформации ее в азотфиксирующий бактероид. В отдельных случаях, когда требуется особенно строгая специфичность, комбинации определенных генов бактерий позволяют направленно модифицировать подаваемый сигнал, который соответствует и модифицированному рецептору растений. В этих случаях удается получить микробно-растительные системы, которые не зависят от конкуренции спонтанной микрофлоры. Это особенно важно для традиционно возделываемых культур, эффект от инокуляции которых значительно уступает таковому для культур в новых районах возделывания.

Использование более поздно работающих генов растений для оптимизации процесса симбиоза также весьма продуктивно, хотя и не так очевидно. Исследование генетических ресурсов растений в отношении взаимодействия с микроорганизмами показало, что дикие формы обладают несравненно более высокими потенциями в этом отношении. Современные же сорта бобовых зачастую предпочитают удовлетворять свои потребности в азоте за счет минеральных соединений, а не биологической фиксации азота. В результате «симбиоза» микробиологов и растениеводов уже реализуются программы селекции, включающие и отбор на максимальное эффективное взаимодействие – минимизацию затрат растения на фиксацию и усвоение молекулярного азота.

Среди всех генов бобовых, принимающих участие во взаимодействии с микроорганизмами едва ли не самыми важными являются факторы, которые обеспечивают системную регуляцию азотфиксации. Данный признак необходим растению только в условиях дефицита азота. До сих пор не ясно, каким образом растение определяет азотный статус почвы. Нами совместно с датскими исследователями определены возможные факторы, отвечающие за определение экологической обстановки. В случае если количество азота в почве превышает определенный уровень, из верхней части растения поступает сигнал, тормозящий образование клубеньков, растение переходит на питание минеральным азотом.

Из сказанного следует, что преимущество бобовых по способности к накоплению азота реализуется только в том случае, если в почве обеспечивается необходимые условия, способствующие клубенькообразованию. Несоблюдение этого требования приводит к тому, что бобовые из накопителей азота становятся его потребителями. В то же время эффективность использования минерального азота у бобовых намного ниже, чем, например, у злаковых. Между тем и сейчас можно встретить

«научно-обоснованные рекомендации» по использованию до 120 кг азота га гектар при выращивании сои, люцерны и др. Это абсолютно необоснованная трата ресурсов, неизбежно ведущая к созданию неконкурентоспособной продукции. Финансовые дотации за такую продукцию будут только поощрять бесхозяйственность.

Наши знания о регуляции азотфиксации могут быть востребованы в случае выращивания смешанных посевов. Если мы научимся отключать механизм, тормозящий образование клубеньков в присутствии минерального азота, то его почвенные ресурсы будут использоваться злаковым компонентом, а бобовая составляющая перейдет на молекулярный азот атмосферы.

Применение микробиологических препаратов для бобовых, как видно, требует специальных технологий выращивания ориентированных на максимальное использование преимуществ биологической азотфиксации.

В предлагаемом руководстве детально изложены основы использования препаратов, набор которых охватывает все практически значимые бобовые, возделываемые сейчас в России. Все штаммы, на которых готовятся препараты, объединенные под общим названием «ризоторфин» прошли многократные конкурсные испытания во многих точках нашей страны в многофакторных экспериментах. Производство препаратов организовано на ряде заводов в нашей стране, среди которых ведущим является Экспериментально производственное предприятие ВНИИСХМБ – «Экос». Имеющиеся мощности позволяют удовлетворить значительную часть спроса на микробные препараты, однако для заполнения потенциального рынка требуются новые производства, создание которых наш институт готов организовать совместно с заинтересованными партнерами.

Взаимодействие бобовых и клубеньковых бактерий является наиболее изученным, однако может показаться довольно ограниченным, поскольку большинство сельскохозяйственных культур бобовыми не являются. К счастью, были получены основополагающие результаты, показывающие, что генетические факторы растений, контролирующие взаимодействие являются универсальными по отношению к симбиотическим грибам и бактериям и присутствуют у большинства культурных растений. Симбиотические гены или часть из них, выявленные у бобовых, существовали задолго до появления в эволюции азотфиксирующего симбиоза. Они обеспечивали возможность вступления в микоризный симбиоз, оптимизирующий фосфорное питание растений. Свойством образовывать микоризу на корнях обладают до 80% всех растений. Следовательно, вскрытые генетические системы симбиоза имеют отношение практически ко всей современной флоре.

Данный аспект микробно-растительного взаимодействия сейчас активно изучается, а его результаты позволяют разработать и воплотить на практике методологию создания в почве многокомпонентных систем, максимально воспроизводящих природные связи агрофитоценоза, оптимизированные с целью производства конкурентоспособной

сельскохозяйственной продукции. Таким средством должны стать трех- и четырехкомпонентные микробные препараты, включающие клубеньковые бактерии, микоризные грибы и т.н. ассоциативные ризосферные бактерии. Экспериментальные образцы таких препаратов в настоящий момент еще испытываются, однако ассоциативный симбиоз уже широко используется в практике.

В случае ассоциативного симбиоза на корнях растений не создается новых видимых структур, однако на поверхности корней в строго определенных местах формируются колонии ризосферных бактерий, которые способны обеспечить для растения целый ряд полезных функций. Среди них:
- ассоциативная азотфиксация в размере до 50 кг азота на гектар в год;
- выработка растительных гормонов, которые позволяют ускорить рост корневой системы и тем самым обеспечить растению успех в захвате необходимой площади питания, а также регулировать развитие растений;
- оптимизация усвоения фосфорных труднодоступных соединений;
- индукция системной реакции по защите от фитопатогенов;
- ограничение (биоконтроль) роста фитопатогенов на корнях растений с помощью таких механизмов как выделение антибиотических соединений, растворение гиф патогенных грибов, конкуренция за места заселения на корнях, перехват питательных веществ, необходимых для развития фитопатогена и др.;
- подавление стрессовых реакций у растения;
- регулирование поступления загрязнителей окружающей среды в растения.

Этот список далеко не исчерпывает всего перечня «услуг», предоставляемых микроорганизмами растению, тем более, что этот перечень непрерывно пополняется. В последнее время для создания микробиологических препаратов на базе ассоциативных бактерий используются штаммы, которые способны к активному заселению корней, что отличает их от близких видов и форм, имеющих те же характеристики, но не способных образовать с растением устойчивые длительные связи. Хотя сожительство в ассоциациях не столь выражено морфологически, как в случае клубеньковых бактерий или микориз, однако многие данные указывают на то, что в данном случае также происходят глубокие изменения в метаболизме клеток бактерий и растений.

Ассоциативное взаимодействие не столь строго специфично, как симбиоз и разные растения способны культивировать на своих корнях одни и те же группы микроорганизмов. Это значительно расширяет спектр применения данных микробных препаратов, однако создает определенные особенности при их использовании.

Дело в том, что названный комплекс полезных свойств может быть присущ в различных комбинациях одному виду бактерий, а виды отличаются между собой по степени выраженности данных качеств. Поэтому применяя микробиологические препараты максимальный эффект от них можно получить путем тщательного подбора тех из них, которые обладают наибольшей выраженностью ожидаемых свойств.

Коммерчески группа препаратов на основе ассоциативных микроорганизмов объединяется под названием «Экстрасол», который выпускается в различных модификациях в зависимости от используемых видов бактерий. В данном руководстве подробно описываются свойства различных препаратов, так что практики имеют возможность выбрать те из них, которые будут наиболее эффективными в используемых системах земледелия.

Из всех полезных свойств ризосферных бактерий наименее известным является их способность влиять на стрессовые реакции растения. Между тем это свойство открывает совершенно новые возможности по регуляции развития растений за счет сигнальных механизмов. Сигнальное взаимодействие играет чрезвычайно важную роль, как уже указывалось, в симбиотических отношениях и узнавание микроорганизмами растений зависит от экологической обстановки. Условия выращивания часто вызывают стрессовые реакции у растений, которые также опосредуется прохождением определенных сигналов. При этом само непосредственное воздействие повреждающих факторов может быть менее разрушительным, чем ответ на сигнал о стрессе. Следовательно, если невозможно снять сам стрессовый фактор, то можно прервать прохождение сигнала о нем, что сделает растение более устойчивым. В данном руководстве изложены примеры того, как ризосферные бактерии могут «перехватывать» предшественники этилена, синтезируемые растением, уменьшая тем самым стресс, возникающий от присутствия кадмия в почве, что позволяет увеличить накопление данного элемента в растениях и организовать очистку почв от загрязнения.

В тесной связи с проблемами очистки почв находится и применение препаратов для разложения органических ксенобиотиков, в частности пестицидов. Разработанные технологии позволяют создать соответствующий консорциум микроорганизмов, которые способны к разложению пестицидов как в условиях почвы так и в специально для этого предназначенных биореакторах.

Накопленные знания о взаимодействии микроорганизмов и растений и предлагаемые практические решения позволяют ставить новую задачу перед современным земледелием. Речь идет о том, что задачей в данном случае является не просто культивирование растений, а создание условий для успешного образования, поддержания и эффективного функционирования высокоинтегрированных микробно-растительных систем. Такие системы обладают максимальной степенью самодостаточности, поскольку сочетают в себе полезные свойства не только растений, но и микроорганизмов, включая и уникальные, возникающие только в процессе взаимодействия.

Направленное создание микробно-растительных систем и их широкое использование позволило бы обеспечить качественно иной уровень сельскохозяйственного производства, сделав его малозатратным, экологически более безопасным, а, следовательно, и более конкурентоспособным.

Целая гамма традиционных препаратов предназначена для борьбы с вредителями сельскохозяйственных растений. В их числе как старейший препарат – бактороденцид, для приготовления которого используются все более эффективные штаммы, так и совершенно новый - бацикол. Многолетний опыт производства и применения таких препаратов доказал их высокую эффективность и экологическую безупречность. Важным аспектом нового поколения препаратов для микробиометода является комплексность их действия. Так, бацикол, предназначенный для борьбы с имаго жесткокрылых насекомых, оказывается эффективным и в борьбе с некоторыми болезнями растений грибного происхождения. Это говорит о том, что микроорганизмы способны влиять на базовые, общебиологические функции, общие для грибов и насекомых, тем самым открываются перспективы для создания препаратов, которые будут обеспечивать системную защиту растения от комплекса вредителей и болезней.

Применение микробиологических препаратов в земледелии РФ обеспечивает экономию до 1 млн тонн азотных удобрений в год, оптимизацию фосфорного питания при выращивании растений, обеспечивает дополнительный сбор белка на уровне 3-4 млн тонн в год, снижение применения экологически опасных агрохимикатов в 1,5-2 раза, обеспечивает получение нормативно чистой продукции на слабо загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами территориях. Средняя эффективность препаратов составляет на зерновых культурах – 16-33%, на технических 12-28%, на овощных и бобовых 18-45%, средняя экономическая эффективность достигает 5-6 рублей на рубль затрат.

Заключительная часть руководства посвящена проблемам кормопроизводства, в частности силосованию кормов. Фундаментальные знания о составе и локализации ферментативного комплекса бактерий, участвующих в силосовании, позволили получить штаммы, которые обладают ярко выраженным свойством осмотолерантности. Это делает их незаменимыми при использовании плющенного зерна. В настоящее время до 10% силоса в России заготовляется с использованием бактериальных заквасок марки «Биотроф».

На примере предлагаемой книги видно, набор микробиологических препаратов, разработанных в Российской академии сельскохозяйственных наук и доступных в настоящий момент, обеспечивает практически весь цикл производства сельскохозяйственной продукции - от создания субстратов, стимуляции роста и развития, питания и защиты растений до переработки и хранения продукции. Развитию и практическому использованию этого направления, по которому России принадлежит мировой приоритет, как надеются авторы, будет способствовать данное издание.

ГЛАВА 1. БИОПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Из всех факторов, определяющих продуктивность сложной системы *почва-растение-микроорганизмы*, последние играют очень важную роль.

Микроорганизмы оказывают существенное действие на формирование и генезис почвы, в большой степени определяют уровень плодородия почвы.

Хотя первые данные о пользе микроорганизмов для повышения почвенного плодородия известны уже сотни лет, основной взгляд на взаимоотношение растений и микробов сводился к установлению между ними трофических связей, что в значительной мере верно и сейчас, но исследования последних лет показали, что эти связи гораздо сложнее, многообразнее, и во многом определяют нормальное развитие и функционирование растений. С использованием современных молекулярно-биологических методов удалось показать, что растения обладают набором генов, определяющих успех растительно-микробного взаимодействия. Эти гены просто "молчат" при отсутствии микроорганизмов, многие из этих генов вообще уникальны и в других процессах не участвуют.

Со своей стороны микроорганизмы также содержат генетические факторы, которые функционируют только во взаимодействии с растениями. Другими словами - сосуществование микроорганизмов и растений - это результат установления общей генетической системы, которая является новой общностью организмов. Такое сосуществование не является случайным - в ходе эволюции растения приобрели возможности оптимизации своей жизнедеятельности за счёт использования потенциала микроорганизмов. Образно говоря, растения решили доверить ряд своих функций микроорганизмам, при этом они выиграли, так как не несут все необходимые им гены, а только те, которые позволяют, запускать и регулировать растительно-микробное взаимодействие.

Параллельно, были накоплены знания о том, что с помощью микроорганизмов растение обеспечивает свои потребности в элементах питания (азот, фосфор и калий и другие), гормонах, физиологически активных веществах, микроорганизмы способны защитить растение от фитопатогенов, причем наиболее опасных - почвенных инфекций, для борьбы с которыми пока нет эффективных средств. Список полезного воздействия микроорганизмов на растения далеко не исчерпывается только этим, но и упомянутого достаточного, чтобы заключить, что активизация микробно-растительного взаимодействия является мощнейшим фактором повышения продуктивности агрофитоценоза, которое в настоящий момент используется крайне неудовлетворительно.

Показано, что полезное действие микрофлоры не приурочено только к определенной группе растений, но является всеобщим явлением.

Все эти данные не только продемонстрировали наивность и самонадеянность практических подходов, основанных в стремлении "взять все на себя", но позволили наметить реальные пути повышения эффективности растениеводства за счет оптимизации и всестороннего

использования природных возможностей агрофитоценоза. К сожалению, многие годы с использованием не адаптированных к конкретным условиям элементов «интенсификации производства» не прошли даром, и сейчас в почве отмечено повышение численности и разнообразия вредных видов, что вызывает резкое и часто необратимое падение почвенного плодородия. Ряд элементов агротехники возделывания сельскохозяйственных культур также не способствует активизации биологического фактора, так как её применение нарушает физико-химические свойства почвы. К сожалению, современные сорта часто генетически не способны к продуктивному взаимодействию с полезными микроорганизмами, так как в процессе селекции, направленной против действия эволюции, растения потеряли способность конкурировать за почвенную микрофлору и расселять ее на своих корнях. Микробиологические препараты могут, например, значительно снизить дозы минеральных удобрений, повысить коэффициент их использования. Только в условиях нынешнего дефицита микробиологические препараты можно рассматривать как замену агрохимии. Однако, актуальность подобной проблемы не исчезает даже при достаточном потреблении агрохимикатов. Более того, оптимальное использование химических средств возможно лишь при их рациональном сочетании со всем комплексом биологических препаратов и технологий.

Целая гамма препаратов разработана учеными нашей страны, они хорошо зарекомендовали себя в России, а также за рубежом, что может составить основу комплексной "микробиологизации" сельскохозяйственного производства.

Симбиотические системы, условия их эффективного функционирования и роль в агроэкосистемах

В настоящее время достаточно полно изучены и установлены оптимальные для бобово-ризобиального симбиоза параметры основных факторов среды (приход ФАР и освещенность растений, кислотность, температурный, водный и воздушный режимы почвы, содержание в ней необходимого количества макро- и микроэлементов и т.д.). В научной литературе рассматриваются биологические параметры оптимальных условий для эффективного симбиоза бобовых растений и клубеньковых бактерий (наличие специфичного, вирулентного и активного штамма ризобий, генетически совместимого с сортом растения-хозяина, величина симбиотического аппарата и фотосинтезирующей поверхности растений, содержание леггемоглобина в клубеньках и хлорофилла в листьях растений, активность ферментов нитрогеназы и гидрогеназы и т.д.), а также присутствие патогенной или полезной микрофлоры, сельскохозяйственных вредителей или сорной растительности и т.д.)

Солнечная радиация, особенно ее видимая часть (ФАР), аккумулированная в процессе фотосинтеза, являются энергетической и материальной основой симбиотической азотфиксации. Подсчитано, что на усвоение молекулярного азота бобовое растение тратит 15...30% продуктов

фотосинтеза. Следовательно, оптимизация условий фотосинтетической деятельности бобовых положительно сказывается и на эффективности симбиоза.

Кислотность почвы и эффективность симбиоза.

Существенным фактором, ограничивающим высокую эффективность бобово-ризобиального симбиоза, является повышенная кислотность почвы. Установлено, что для симбиотической деятельности большинства бобовых культур оптимальный уровень реакции среды лежит в диапазоне pH = 6,0-7,0.

При этом бобовые культуры можно разделить на ряд групп по отношению их симбиотических систем к уровню кислотности почвы:

1. Устойчивые культуры (люпин многолетний, люпин жёлтый, клевер розовый, лядвенец рогатый) – образуют эффективный симбиоз при pH –4,5-5,0.
2. Относительно устойчивые культуры (клевер ползучий, астрагал болотный, вика посевная) - образуют эффективный симбиоз при pH – 5,0-5,5
3. Среднеустойчивые – (клевер луговой, козлятник восточный, горох посевной, люпин белый,)- образуют эффективный симбиоз при pH – 5,5-6,0.
4. Слабоустойчивые – (соя, фасоль, нут, люцерна, донник, эспарцет) образуют эффективный симбиоз при pH – более 6,0.

Следует отметить, что хорошие перспективы имеет параллельная селекция (растения-клубеньковые бактерии) на повышение устойчивости симбиотической системы к высокой кислотности почвы. Так, в результате совместных исследований ВНИИ кормов и ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии созданы системы растений люцерны и клубеньковых бактерий, образующие эффективный симбиоз и высокую продуктивность растений при pH – 5,0-5,5 (группа 2).

Роль влагообеспеченности и аэрации в эффективности симбиоза

Оптимальный водно-воздушный режим для бобово-ризобиального симбиоза складывается при влажности почвы 60 - 80% полной полевой влагоемкости (ППВ). Избыточное увлажнение, как и недостаток влаги, снижают азотфиксирующую активность клубеньков бобовых. Первое по причине ухудшения снабжения симбиотического аппарата кислородом, второе вследствие сокращения поступления в клубеньки углеводов, которые расходуются на рост новых корней, улучшающих влагообеспеченность растений. Установлено, что наиболее эффективный симбиоз козлятник восточный создает при уровне влажности почвы не ниже 80% наименьшей влагоемкости (НВ).

При этом ряд бобовых культур способен формировать эффективный симбиоз при влажности почвы ниже 60% ППВ (эспарцет, донник, соя, нут).
Симбиотическая фиксация азота — аэробный процесс. На 1 мл фиксированного азота воздуха потребляется 3 мл кислорода, поэтому для

обеспечения клубеньков O_2 нужна хорошая аэрация почвы. Необходимым условием нормального газообмена почвенного воздуха с атмосферным является наличие в почве воздухоносных пор более 15 - 20% к объему почвы.

Влияние температурного режима на активность симбиоза

Важную роль во взаимоотношениях клубеньковых бактерий и бобовых растений играет температурный фактор. Для большинства бобовых длиннодневного фотопериодизма средних широт оптимальная температура воздуха для максимальной симбиотической азотфиксации находится в диапазоне 15 - 20^{o}C. Формирование активного симбиотического аппарата возможно и при более низких температурах. Так, в Воркутинской тундре Заполярья и в условиях Мурманской области, такие бобовые как копеечник арктический, астрагал субтропический, клевер люпинолистный, люпин многолетний и козлятник восточный активно фиксировали азот воздуха при температурах близких к 0^{o}C.

Роль условий питания растений в эффективности симбиоза

Размеры симбиотической азотфиксации зависят от условий питания растения-хозяина. Достаточная обеспеченность почв фосфором — обязательное условие высокоэффективного симбиоза, поскольку фосфор является составной частью аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) в больших количествах расходующейся на восстановление молекулярного азота. Для многолетних бобовых трав нижний предел оптимальной обеспеченности этим элементом составляет 120 - 150 мг/кг почвы. А такая бобовая культура как козлятник восточный повышает свою продуктивность и симбиотическую активность при увеличении содержания подвижного фосфора до 180 - 200 мг/кг почвы.

Для интенсивной азотфиксации из листьев к клубенькам должны поступать углеводы. Передвижению их в растении способствует калий. Этим объясняется повышенная потребность бобовых в калии. Нижний предел оптимальной обеспеченности калием большинства бобовых достаточно высок — 140 - 160 мг/кг почвы.

Бобовые культуры очень требовательны к наличию магния в почве. Недостаток магния снижает жизнедеятельность клубеньковых бактерий и подавляет симбиотическую азотфиксацию. Для эффективного бобово-ризобиального симбиоза обеспеченность этим элементом считается оптимальной, если в ней содержится более 50 мг магния на 1 кг почвы. Магний целесообразно вносить в виде доломитовой муки.

Для активного бобово-ризобиального симбиоза необходима достаточная обеспеченность почвы микроэлементами, в первую очередь бором и молибденом, т.к. бор способствует лучшему развитию сосудисто-проводящей системы, а молибден входит в состав ключевого для азотфиксации ферментного комплекса — нитрогеназы, наряду с этим он обнаружен в ксантиндегидрогеназе. Оптимальным их количеством для

эффективной симбиотической деятельности многолетних трав следует считать содержание В и Мо в почве на уровне — 1,0 и 0,5 мг/кг почвы.

Эффективный симбиоз нуждается и в других микроэлементах с переменной валентностью — кобальте, железе, меди, марганце и никеле. Установлено, что роль кобальта, в первую очередь, следует связывать с вхождением этого элемента в состав витамина B_{12}, участвующего в формировании клубеньков и их азотфиксирующей активности.

Железо, как и молибден, в основном необходимо для образования нитрогеназы и синтеза леггемоглобина. Медь и марганец оказывают большое влияние на процесс фотосинтеза, в частности, на образование хлорофилла и его устойчивость против разрушения.

Оптимальным для симбиоза является содержание кобальта в почве 5,0, железа — 10,0, меди — 7,0 и марганца — 50 мг/кг почвы и более.

Особое воздействие на эффективность бобово-ризобиального симбиоза оказывает минеральный азот. Бобово-ризобиальный симбиоз, как правило, негативно реагирует на присутствие минеральных форм азота, которые (начиная с определённого уровня) ингибируют процесс формирования и снижают активность симбиоза. В подавляющем большинстве почв имеющиеся запасы доступных растениям форм азота достаточны для роста и развития бобовых до начала активной азотфиксации.

Общепризнанно, применение высоких доз азотных удобрений под бобовые приводит к снижению конкурентоспособности и вирулентности клубеньковых бактерий, уменьшению числа активных клубеньков, падению нитрогеназной активности и продуктивности растений.

Для создания высокоэффективного симбиоза “многолетнее бобовое растение – *Rhizobium*” недопустимо внесение даже небольших (“стартовых”) доз азота. Запасов питательных веществ в семенах и наличия нитратного азота в пахотном слое большинства почв вполне достаточно для хорошего развития растений до образования и начала активного функционирования клубеньков. Однако, в случае возделывания бобовых на почвах, бедных азотом (например, песчаных), “стартовые” дозы (из расчёта 20-40 кг/га) минерального азота необходимы, чтобы предотвратить гибель растений при всходах, хотя это и наносит ущерб формированию полноценного симбиотического аппарата.

Условия применения пестицидов на посевах бобовых культур

Другим, влияющим на симбиоз фактором, является применение химических средств защиты растений — пестицидов. Под их влиянием происходят существенные изменения физиолого-биохимического состояния высшего растения, направленность которых определяется принадлежностью ядохимикатов к тому или иному классу соединений. Так производные мочевины (линурон) и S-триазина (атразин, прометрин) блокируют транспорт электронов при фотосинтезе и усиливают поглощение растениями нитратного азота, производные феноксикислот (2,4-Д, 2М-4Х, 2М-4ХМ) снижают вирулентность клубеньковых бактерий, содержание и отношение

хлорофиллов a:b в листьях, производные ароматических аминов (трефлан), диазина (базагран), ацетанилида (дуал) ингибируют активность нитрогеназы.

В то же время при сильной засорённости посевов можно использовать некоторые малотоксичные или даже нейтральные для клубеньковых бактерий препараты (фундазол, фитофлавин, бавистин).

Конкретные рекомендации по применению пестицидов дать сложно, т.к. ассортимент используемых пестицидов довольно обширен и необходимо тщательно оценить влияние каждого из них на клубеньковые бактерии и симбиоз.

Влияние почвенной микрофлоры на бобово-ризобиальный симбиоз

Главным биологическим условием создания высокоэффективного бобово-ризобиального симбиоза является наличие в почве специфичного, вирулентного и активного штамма клубеньковых бактерий.

В естественных условиях на эффективность симбиоза большое влияние оказывают не только аборигенные штаммы клубеньковых бактерий, но и другие группы почвенной микрофлоры. Микроскопические грибы (*Penicillium, Fusarium, Aspergillus*), в большинстве случаев, за счет выделения фитотоксинов, вызывают антагонистическое действие: гибель клубеньковых бактерий и корневые гнили у многолетних бобовых.

Взаимоотношения по типу протокооперации или синергизма присущи большой группе корневых диазотрофов (*Acetobacter, Agrobacterium, Arthrobacter, Azospirillum, Azotobacter, Clostridium, Enterobacter, Flavobacterium, Herbaspirillum, Klebsiella, Micrococcus, Pseudomonas*) и везикулярно-арбускулярной микоризе (*Glomus, Gigaspora*). Положительное влияние первых обусловливается активным продуцированием ауксинов, витаминов и антибиотиков, вторых — усилением поглощения фосфора из почвы и удобрений, а также кальция, калия, натрия, магния, железа, марганца, меди, бора, цинка, алюминия. Создание устойчивых ассоциаций: “ризобии – диазотрофы – эндомикоризные грибы”, своих для каждого вида бобовых, является важным условием формирования высокоэффективного бобово-ризобиального симбиоза. В настоящее время имеются хорошие перспективы для создания биопрепаратов нового поколения, основанных на полифункциональных комбинациях различных микроорганизмов.

БИОПРЕПАРАТЫ ПОД БОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

РИЗОТОРФИН – рекомендуется для предпосевной обработки семян бобовых: люпина, сои, вики, гороха, нута, козлятника, клевера, донника, люцерны, фасоли и др.

В результате непрерывной многолетней селекции во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии создана Национальная коллекция клубеньковых бактерий, в которой сохраняются, изучаются и тестируются штаммы клубеньковых бактерий для всех видов бобовых культур, возделываемых в России. Лучшие из этих штаммов используются для производства биопрепарата ***ризоторфин.***

Биопрепарат представляет собой увлажненную сыпучую массу твердофазного субстрата, насыщенную клубеньковыми бактериями, которые, проникая в корни, образуют клубеньки, вступают в симбиоз с растением, фиксируя молекулярный азот из воздуха. Для каждого вида бобовых растений используются специфические только для них виды и штаммы клубеньковых бактерий.

Препарат следует хранить отдельно от агрохимикатов в прохладном помещении при +5 - +10^{o}С не более 6 месяцев; при +18^{o}С не более трёх месяцев.

Применение ризоторфина обеспечивает

- высокую эффективность фиксации молекулярного азота симбиотической системой, что позволяет сэкономить 50-200 кг минеральных азотных удобрений на гектар;
- увеличение урожая бобовых на 10-40% (на новых для данной бобовой культуры почвах урожай может возрастать в 1,5-2,0 раза);
- увеличение содержания высококачественного белка в продукции на 0,5-3,0%;
- снижение содержания нитратов в зеленой массе.

Последействие обработанных ризоторфином многолетних бобовых прослеживается 3-5лет с прибавками урожая зерновых на 10-15%.

.

Таблица 1.1. Эффективность ризоторфина в регионах России

Место проведения опытов, почва	Культура	Прибавка от инокуляции, %	Дополнительное накопление белка, кг/га	% к контролю
Мурманская обл. *Дерново-сильно-подзолистая*	Клевер Вика	24 30	225 190	35 40
Республика Коми *Дерново-подзолистая*	Клевер	25	360	34
Респ. Карелия *Дерново-подзолистая*	Клевер	44	340	36
Вологодская обл. *Дерново-подзолистая*	Козлятник	40	440	49
Ленинградская обл. *Дерново-подзолистая*	Козлятник	31	420	42
Московская обл. *Дерново-подзолистая*	Люцерна	33	470	51
Орловская обл. *Тёмно-серая лесная*	Горох Люпин	16 11	150 135	21 17
Брянская обл. *Серая лесная*	Горох Люпин	18 19	240 330	27 27
Саратовская обл. *Чернозём типичный*	Чечевица	21	110	25
Ставропольский край *Чернозём типичный*	Соя	29	290	34
Сев. Осетия *Чернзём выщелоченный*	Люцерна Козлятник	25 44	475 620	33 60
Алтайский край *Чернозём обыкновенный*	Соя Горох	48 22	390 180	61 25

Стоимость минимальных прибавок продукции от применения ризоторфина составляет 500-600 руб., а для сои и других бобовых (козлятник, люпины, люцерна, фасоль) в новых районах их возделывания достигает 20 тыс. руб. с гектара при затратах на закупку, транспортировку и применение препарата около 100-150 руб/га.

Таким образом, окупаемость ризоторфина варьирует от 4 до 150 единиц на единицу затрат. Следует учесть также благоприятное влияние ризоторфина на плодородие и экологическую обстановку (так как вовлекаемый в агроэкосистемы биологически фиксированный азот является альтернативой минеральным азотным удобрениям).

Существенные различия в уровне прибавок урожая при применении ризоторфина определяются целым рядом факторов. Главные из них:

- наличие в почвах большого количества аборигенных клубеньковых бактерий, специфичных для возделываемого вида бобовых;
- генотипом сорта бобового растения;
- агроклиматическими условиями.

При интродукции новых бобовых культур (козлятник, люцерна, люпин) эффективность бактеризации может составлять 50-100%, а сбор протеина увеличиваться в 2-3 раза.

Таблица 1.2. Эффективность ризоторфина в производственных опытах

Регион	Культура	Площадь (га)	Урожай в контроле (ц/га)	Прибавка (ц/га)	% прибавки к контролю
Ленинградская обл.	козлятник клевер	50 5	180,0 55,0	45,0 8,7	25 % 15%
Новгородская обл.	люцерна клевер козлятник	15 12 20	155,0 66,0 144,0	48,5 6,8 51,0	30% 11% 35%
Вологодская обл.	люцерна козлятник	25 35	220,0 240,0	72,0 44,0	32% 19%
Н.Новгородская обл.	горох люпин	50 100	17,5 16,1	2,5 2,3	15% 14%
Ставропольский Край	соя	200	16,5	4,6	28%
Брянская обл.	горох люпин	10 25	21,5 19,8	2,7 3,1	13% 18%
Смоленская обл.	люпин	20	19,8	4,5	22%
Алтайский край	соя	500	15,0	12,0	80%
Северная Осетия	козлятник	40	190	100	52%
Саха Якутия	люцерна	15	115,0	72,0	65%
Амурская обл.	соя	70	17,5	2,0	12%

Рекомендуемые нормы внесения и расфасовка:

0,3 кг/га – клевер, люцерна, козлятник, эспарцет, донник

0,4 кг/га – соя, люпин, горох, фасоль, нут

Способы применения.

Предпосевная обработка РИЗОТОРФИНОМ семян люпина, сои, вики, гороха (и других зернобобовых культур) производится в день посева. Препарат (из расчета 300-400 грамм на гектарную норму семян) разводят в чистой воде из расчета 5-10 литров воды на тонну семян и, не давая суспензии отстаиваться, наносят ее на семена, которые затем тщательно перемешивают до равномерного распределения препарата. Семена обрабатывают либо вручную - перелопачиванием, либо в машинах для

протравливания семян. В этом случае настройка машин такая же, как при протравливании.

Обработка мелких семян клевера, люцерны, донника, козлятника проводится полусухим способом. Для этого семена смачивают водой (1,5-2% от их веса), добавляют необходимое количество РИЗОТОРФИНА (из расчета 250-300 г на гектарную норму семян) и тщательно перемешивают, как описывалось выше. Обработанные РИЗОТОРФИНОМ семена должны быть высеяны в тот же день во влажную почву, причем их следует беречь от прямого действия солнечных лучей.

При посеве бобово-злаковых смесей целесообразно проводить обработку всей смеси семян (бобовых и злаковых культур) двойной порцией препарата (500-600 г на гектарную норму семян).

Люцерну, клевер и другие многолетние бобовые травы часто высевают под покровные культуры и в этих случаях можно обработать семена покровной культуры, так как такой способ не снижая эффективности, более технологичен.

Для улучшения размещения РИЗОТОРФИНА на семенах можно использовать прилипатели: натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (в концентрации 2%); гумат натрия (в концентрации 3%), сульфитно-спиртовая барда (жидкий концентрат 7-10%); меласса (3-5%); желатина техническая (1%), молоко снятое (обрат – без разбавления).

После приготовления растворов необходимой концентрации их тщательно перемешивают с РИЗОТОРФИНОМ (в том же соотношении, как и при использовании воды).

При инокуляции здорового посевного материала целесообразно отказаться от протравливания семян. Если же это необходимо, то следует максимально разделить во времени обработку семян фунгицидом и нанесение на семена РИЗОТОРФИНА.

При использовании протравителя семян ТМТД обработка РИЗОТОРФИНОМ проводится через 2-3 месяца после протравливания семян.

Семена, протравленные фундазолом и его аналогами, можно обрабатывать РИЗОТОРФИНОМ сразу после обработки.

Вместо фунгицидов целесообразно использовать биопрепараты комплексного действия на основе ассоциативных ризобактерий (флавобактерин, мизорин)**.** Применение этих биопрепаратов снижает развитие инфекционных болезней растений. Они характеризуются широким спектром действия и, кроме того, повышают симбиотический потенциал и продуктивность бобовых. Эти биопрепараты можно применять совместно с РИЗОТОРФИНОМ, смешивая их перед обработкой семян в соотношении 1:1.

Машины для механизированной обработки семян необходимо очистить и промыть от ядохимикатов непосредственно перед обработкой.

Особенности агротехники

Важное значение для эффективности РИЗОТОРФИНА, нормального функционирования симбиоза и продуктивности бобовых играют агроэкологические условия.

Кислотность почвы для посевов люцерны, донника, эспарцета, фасоли, нута и сои должна быть не ниже pH = 6.

Для вики, люпина белого, кормовых бобов, гороха посевного и клевера лугового кислотность почвы должна быть не менее 5,5.

Для клевера гибридного и ползучего, гороха полевого и люпина узколистного pH почвы должна быть в пределах 5,0, а люпины жёлтый и многолетний, а также лядвенец рогатый выдерживают снижение кислотности до 4,0-4,5.

Азотные удобрения как правило негативно влияют на процесс усвоения азота воздуха. Поэтому внесение «стартовых» доз азотных удобрений (30-45 кг N д.в. на га) может быть полезным только на слабоокультуренных почвах и в основном для мелкосемянных бобовых.

Обеспеченность почв усвояемыми формами фосфора и калия в существенной мере определяет эффективность инокуляции. Наилучшие условия для процесса азотфиксации создаются при содержании в почве не менее 10-15 мг подвижного фосфора (по Кирсанову) и 15-20 мг подвижного калия на 100 г почвы.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ НЕБОБОВЫХ КУЛЬТУР

Биопрепараты **Агрофил, Азоризин, Флавобактерин, Ризоагрин, Мизорин** – созданы на основе различных видов и штаммов неспоровых бактерий, выделенных из ризосферы и ризопланы растений.

Входят в группу землеудобрительных препаратов под коммерческим названием «ЭКСТРАСОЛ». Каждый из них, однако, обладает определённым, присущим только ему механизмом взаимодействия с растениями, спектром действия и условиями эффективного применения.

Бактерии, входящие в состав биопрепаратов, колонизуют корни сельскохозяйственных культур и, образуя с ними «ассоциативный симбиоз», способны выполнять ряд функций, полезных для растений:

- фиксируют атмосферный азот, заменяя при этом 30-50 кг/га минеральных азотных удобрений;
- стимулируют рост и развитие растений, ускоряют созревание сельскохозяйственной продукции на 10-15 дней за счёт биосинтеза физиологически активных веществ;
- подавляют развитие фитопатогенных микроорганизмов, снижая поражаемость растений болезнями в 1,5 – 10 раз, улучшая при этом фитосанитарную обстановку в почве;

- повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям (засуха, заморозки, повышенное содержание солей, неблагоприятная реакция почвенного раствора);
- повышают коэффициенты использования минеральных удобрений и питательных веществ из почвы;
- регулируют накопление в растениях тяжёлых металлов, радионуклидов, нитратов и других вредных соединений.

Препараты нетоксичны, не обладают канцерогенным, тератогенным и кумулятивным действием, экологически безопасны, не содержат солей тяжелых металлов, яиц гельминтов и патогенной микрофлоры, пожаро- и взрывобезопасны.

Способы применения.

Биопрепараты применяют для обработки семян, рассады и подкормки растений.

Предпосевная обработка семян (пшеница, ячмень, овёс, рожь, рис, кукуруза и др.) биопрепаратами производится в день посева. Препарат (400-600 грамм на гектарную норму семян) разводят в воде из расчета 5-10 литров воды на тонну семян и, не давая суспензии отстаиваться, наносят ее на семена, которые затем тщательно перемешивают для равномерного распределения препарата. Семена обрабатывают либо вручную путем перелопачивания, либо в машинах для протравливания семян (предварительно тщательно очищают машины от остатков пестицидов). В этом случае настройка машин такая же, как при протравливании.

Обработка мелких семян – рапса, тимофеевки (других, кормовых трав) - проводится полусухим способом. Для этого семена смачивают водой (1,5-2,0% от их веса), добавляют необходимое количество биопрепарата (из расчета 250-300 г на гектарную норму семян) и тщательно перемешивают, как описывалось выше. Обработанные биопрепаратами семена должны быть высеяны в тот же день во влажную почву, причем их следует беречь от прямого действия солнечных лучей.

Для лучшего распределения и закрепления биопрепаратов на семенах можно использовать прилипатели: натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы в концентрации 2%); гумат натрия (в концентрации 3%), сульфитно-спиртовая барда (жидкий концентрат 7-10%); меласса (3-5%); желатина техническая (1%), молоко снятое (обрат – без разбавления).

После приготовления растворы тщательно перемешивают с биопрепаратами в том же соотношении, как и при использовании воды.

При инокуляции здорового посевного материала целесообразно отказаться от протравливания семян. Если же это необходимо, то следует максимально разделить во времени обработку семян фунгицидом и нанесение на семена биопрепаратов.

Семена, протравленные фундазолом и его аналогами, можно обрабатывать сразу после обработки.

Обработка рассады. Корни рассады (из расчёта на гектарную норму) замачивают в воде с препаратом (500-600 г препарата на ведро водопроводной воды) в течение короткого времени (3-5 секунд).

Обработка клубней картофеля. В 50 -100 литрах водопроводной воды разводят 3 кг препарата (из расчёта на 1 га посадочного материала) и тщательно перемешивают, встряхивая в течение 3-5 минут.

В полученную суспензию окунают клубни на 2-5 секунд и высаживают в подготовленную почву. При обработке больших объёмов посевного материала рекомендуется использовать протравитель универсальный малообъёмный ПУМ–30 МК, ПСШ-3, ПС-10.

Особенности агротехники.

Обычные (рекомендуемые) нормы азотных удобрений можно снижать для зерновых культур на 20-30%, для овощных – на 20 – 25%. Это связано с фиксацией атмосферного азота микроорганизмами (15-30 кг/га за сезон) и повышением коэффициента использования доступного азота почв и удобрений на 15-30%.

Эффективность биопрепаратов в существенной мере зависит от обеспеченности почв усвояемыми формами фосфора и калия, а оптимальное содержание этих элементов в почве определяется биологическими особенностями возделываемых растений и уровнем запланированного урожая. При этом следует учитывать, что биопрепараты повышают эффективность их усвоения растениями, это позволяет снизить дозы минеральных удобрений под прогнозируемый урожай на 15-30% .

Гарантированный срок хранения препаратов группы ЭКСТРАСОЛ в сухом и прохладном помещении (+8 - +12^{o}C) составляет 6 мес., при комнатной температуре (+18 - +20^{o}C) - 3 месяца.

При транспортировке, хранении и применении биопрепаратов не требуется специальных мер безопасности.

АГРОФИЛ - рекомендуется для применения при выращивании капусты, огурцов, томатов, перца, салата, моркови, тыквы, лука, плодово-ягодных растений и картофеля.

Основой биопрепарата являются агробактерии, способные:

- растворять труднодоступные для растений минеральные соединения почвы (в первую очередь фосфаты);
- продуцировать антибиотики, подавляющие развитие фитопатогенных грибов и бактерий;
- выделять стимуляторы роста растений (природные аналоги ауксинов и гетероауксинов) и витамины, ускоряя созревание урожая;

Препарат является эффективным средством повышения урожая различных сельскохозяйственных культур:

овощных пасленовых (томаты, перцы) – на 25-40%;

тыквенных (огурцы, тыква, кабачки) – на 15-30%;

столовых корнеплодов (морковь, свекла, редис) – на 20-40%;

капусты (белокочанная, цветная, пекинская) – на25-30%;
луковичных (лук репчатый, чеснок, лук-порей) – на 15-25%;
зеленных культур (щавель, спаржа, ревень) – на 15-30%;
плодово-ягодных культур (земляника, смородина, крыжовник, яблоня, вишня, слива, виноград) – на 20-30%.

Применение АГРОФИЛА увеличивает содержание витаминов, каротина в продукции на 10-30%, ускоряет созревание урожая на 7-10 дней, снижает содержание нитратов, радиоактивных веществ и тяжелых металлов. Применение препарата позволяет сэкономить 100-120 кг/га аммиачной селитры, а также 50-80 кг/га простого суперфосфата.

Рекомендуемые нормы внесения и расфасовка (торфяная форма*):*

0,3 кг/га – под овощные культуры;
0,5 кг/га – под землянику и черенки плодово-ягодных культур;
2,5-3,0 кг/га – под картофель.

Способы применения. (см. выше)

Семена (гектарную норму) увлажняют водой, добавляют 400-600 г торфяного препарата, перемешивают и немедленно в тот же день высевают в почву.

При выращивании рассады 1-2 г препарата вносят в лунку с семенами растений.

Для обработки рассады препарат размешивают в воде (500 – 600 г на 10-15 л). При пересадке рассады в грунт корни растений погружают в приготовленную суспензию препарата.

Для подкормки растений (1-2 раза в период вегетации) 100 г препарата размешивают в ведре воды и используют для полива растений (из расчета 1 ведро на 100 растений)

ФЛАВОБАКТЕРИН – рекомендуется для обработки посевного материала подсолнечника, сахарной свеклы, турнепса, картофеля, кукурузы, озимой пшеницы, кормовых трав.

Входящие в состав препарата бактерии, относящиеся к роду *Flavobacterium*, продуцируют высокоактивный антибиотик «флавоцин» с широким спектром действия на фитопатогенные грибы и бактерии.

ФЛАВОБАКТЕРИН снижает развитие корневых гнилей в 3 – 20 раз, антракноза в 1,5 - 3 раза, мучнистой росы (у зерновых) в 3 - 5 раз, фитофтороза и парши в 2 - 6 раз.

В результате применения биопрепарата возрастает урожай

- зерновых - на 3-5 ц/га;
- сена кормовых трав – на 8-20 ц/га;
- сахарной свеклы – 30-60 ц/га;
- овощей – 15-60 ц/га.

Улучшается качество продукции: повышается содержание сахаров (в сахарной свекле) на 1 - 1,5%, крахмала в клубнях картофеля – на 0,8 - 2,5%, протеина в зерновых и кормовых культурах – на 0,5 - 1,2%;

Применение препарата позволяет сэкономить до 50 кг азотных удобрений на гектар.

Рекомендуемые нормы внесения и расфасовка (торфяная форма):

0,5 кг/га – под зерновые культуры;

0,3 кг/га – под овощные культуры;

2,5 – 3,0 кг/га – под картофель.

Способы применения. (см. выше)

Семена (гектарную норму) увлажняют водой, добавляют 400-600 г торфяного препарата, перемешивают и немедленно в тот же день высевают в почву (согласно инструкции по применению, которая имеется на тарной этикетке)

Для обработки рассады препарат размешивают в воде (500 – 600 г на 10-15 л). Корни растений погружают в приготовленную суспензию препарата, после чего пересаживают в грунт.

МИЗОРИН – рекомендуется для повышения урожайности и улучшения качества продукции кормовых культур (многолетних трав, сорго, просо), злаковых (яровой пшеницы), подсолнечника, клубне- и корнеплодов, а также бобовых трав, и зернобобовых культур (совместно с « ризоторфином»).

Продуцентом МИЗОРИНА являются бактерии, относящиеся к роду *Arthrobacter*. Входящий в состав препарата штамм бактерий обладает широким спектром действия практически на все группы сельскохозяйственных культур:

оказывает мощное стимулирующее действие на растения, ускоряет созревание урожая на 12-15 дней;

обладает широким спектром воздействия на фитопатогенные микроорганизмы (практически на всех сельскохозяйственных культурах), подавляя развитие корневых гнилей в 2-5 раз, плодовых гнилей – в 1,5-4 раза, фитофтороза – в 2-4 раза;

повышает устойчивость растений к засухе, заморозкам и другим неблагоприятным для растений условиям;

ограничивает поступление и накопление в растениях нитратов.

В результате применения мизорина возрастает урожай

- зерновых - на 3-5 ц/га, кормовых трав – на 10-15 ц/га;
- овощных культур – на 17-60 ц/га;
- сахарной свеклы – на 30-60 ц/га, картофеля – на 40-60 ц/га.

МИЗОРИН повышает эффективность РИЗОТОРФИНА в посевах бобовых культур на 30-60% и экономит до 60 кг/га азотных удобрений.

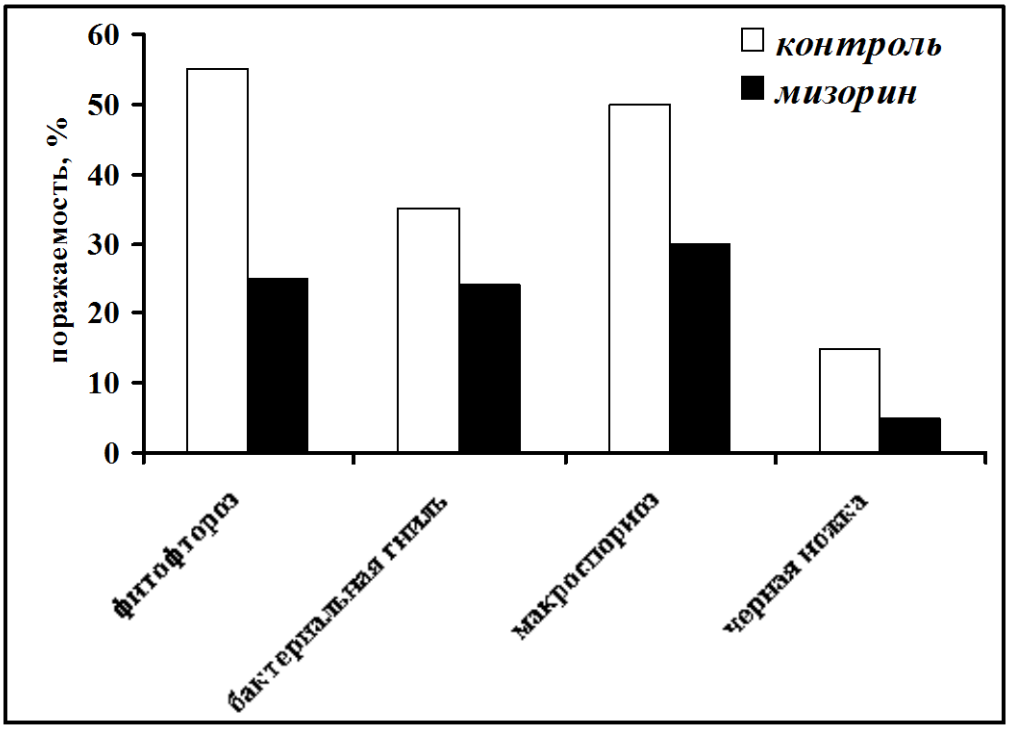


Рис. 1.1. Влияние мизорина на поражаемость клубней картофеля фитопатогенными микроорганизмами (%)

Рекомендуемые нормы внесения и расфасовка (торфяная форма):
0,3-0,4 кг/га – сорго, многолетние злаковые травы, технические культуры;
0,2 кг/га - бобовые (совместно с ризоторфином при соотношении 1:2);
2 - 3 кг/га – под картофель.
Применение. Перед посевом семена (гектарную норму) смочить водой и смешать с 400-600 г торфяного препарата (согласно инструкции по применению, которая прилагается при поставке препарата). Обработанные препаратом семена высеять в этот же день.

Для обработки рассады препарат размешивают в воде (500 – 600 г на 10-15 л). Корни растений погружают в приготовленную суспензию препарата, после чего пересаживают в грунт.

РИЗОАГРИН – рекомендуется для предпосевной обработки семян риса, озимой и яровой пшеницы, овса, ржи и ячменя.

Основой препарата являются бактерии рода *Agrobacterium*.

РИЗОАГРИН обладает наиболее высокой и стабильной эффективностью на зерновых культурах, повышает устойчивость растений к болезням;

Применение препарата увеличивает урожаи зерновых на 3-6 ц/га, повышает содержание сырого белка в зерне на 0,5-1,0%. Позволяет сэкономить 40-60 кг азотных удобрений.

Таблица 1.3. Эффективность РИЗОАГРИНА в испытаниях, проведенных с зарубежными партнерами.

Страна	Культура	Прибавка урожая, т/га	% прибавки к контролю
Китай	Пшеница	1,1	+ 24%
Вьетнам	Рис	0,75	+ 27%
Индия	Пшеница	0,6	+ 22%

Рекомендуемые нормы внесения и расфасовка (торфяная форма):
0,5 – 0,6 кг/га.
Применение. Перед посевом семена (гектарную норму) смочить водой и смешать с 400-600 г торфяного препарата (согласно инструкции по применению, которая прилагается при поставке препарата). Обработанные препаратом семена высеять в этот же день.

БИОПРЕПАРАТЫ ГРУППЫ ЭКСТРАСОЛ НА ОСНОВЕ СПОРОВЫХ БАКТЕРИЙ

В последние годы во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии была разработана технология получения двух биопрепаратов на основе споровых бактерий, которые соответственно получили наименование **Экстрасол БисолбиФит** и **Экстрасол БисолбиСан.**

Действующее начало БисолбиФита и БисолбиСана составляют различные штаммы споровых бактерий, относящихся к роду *Bacillus*, обитающие на корнях здоровых растений.

Эти бактерии продуцируют вещества, подавляющие развитие фитопатогенных грибов и бактерий возбудителей ряда заболеваний у растений. Среди них бицилизин и итурин-подобные липопептиды, ингибирующие развитие фитопатогенных грибов при концентрации 5-100 микрограммов на миллилитр, что сравнимо с эффективностью химических фунгицидов. Бактерии рода *Bacillus*, представляющие действующее начало биопрепаратов БисолбиФита и БисолбиСана, индуцируют устойчивость растений к болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды. Эта способность обусловлена такими микробными метаболитами как липополисахариды, ферменты, сидерофоры, салициловая кислота, индуцирующими PR–белки, связанные с процессом инфицирования растений фитопатогенами. Наряду с этим ризосферные бактерии рода *Bacillus* синтезируют цитокинины, гиббереловую и абсцизовую кислоты, стимулирующие рост растений.

Бациллы – продуценты Экстрасола (БисолбиФит, БисолбиСан) за счет активной колонизации корней растений и продуцирования фитогормонов улучшают развитие корневых волосков и их поглотительную способность, в результате чего повышается эффективность минерального питания растений. Это позволяет на 20-30% снизить дозу удобрений и получать такой же урожай или даже выше. Все эти полезные свойства бациллы определяют высокую эффективность применения БисолбиФита и БисолбиСана на самых разных сельскохозяйственных культурах.

Агрономическая эффективность Экстрасола (БисолбиФит, БисолбиСан).

Многочисленные полевые опыты и широкие производственные испытания в России и за рубежом, как в северных, так и южных регионах, показали высокую эффективность БисолбиСан и БисолбиФит на различных сельскохозяйственных культурах.

Увеличение урожая зерна озимой и яровой пшеницы при применении препаратов составляло в среднем на 15-33%, при увеличении клейковины на 4-6%, ярового ячменя на 15-24%, сорго, проса на 31-45%, кукурузы на 13-22%, сои, гороха, фасоли, нута на 12-64%.

Особенно отзывчивы на обработку овощные культуры и картофель, прибавка урожая при применении препаратов БисолбиСан и БисолбиФит составляла в среднем 15-40%.

Очень эффективен ЭКСТРАСОЛ при выращивании рассады табака и овощных культур. На табаке применение ЭКСТРАСОЛА увеличивало урожай листа на 100-150 кг с гектара и на 10% увеличивало получение высококачественной продукции. Применение ЭКСТРАСОЛА на винограде увеличило урожай ягод на 1,4-2,5 тонны с гектара в зависимости от сорта. При этом, на 2-4% увеличивалось содержание сахара. На подсолнечнике урожай увеличивался на 12-20%, а масличность на 1-3%.

Некоторые результаты производственных испытаний приведены ниже (Табл. 1.4 – 1.7).

Таблица 1.4. Биологическая эффективность различных препаратов, используемых в качестве протравителей семян яровой пшеницы с. Приокская. (Данные Республиканской станции защиты растений Татарстана)

Препараты протравители семян	Доза препарата, л/т, кг/т	Корневые гнили		Биологическая эффективность %
		% распространения	% развития	
Контроль	-	43,5	10,9	-
Премис 200	0,2	4,9	1,2	89,0
Феразим	1,2	8,3	2,1	80,7
Колфуго дуплет	2,5	10	2,5	77,1
Экстрасол (БисолбиСан)	1,0	9,1	2,3	78,9

Таблица 1.5. Урожайность озимой пшеницы с. Лира при обработке ЭКСТРАСОЛОМ (БисолбиСан) в полевых опытах в Краснодарском крае (данные КНИИСХ), ц/га

Вариант	Семена без обработки	Обработка семян Экстрасолом	Обработка семян Экстрасолом+обработка в фазу трубкования	Обработка семян Витаваксом
Без удобрений	47,9	50,5	49,9	50,0
$N_{30}P_{30}+N_{30}$ рано весной	53,8	55,7	64,7	53,1
$N_{30}P_{60}+N_{60}$ рано весной	62,0	66,8	66,2	60,6
$N_{30}P_{30}K_{30}+N_{30}$ рано весной+N_{20} в колошение	61,2	66,0	64,5	58,9
$N_{30}P_{60}$ $K_{60}+N_{60}$ рано весной+N_{40} в трубкование +N_{40} в колошение	67,2	67,6	67,0	62,4
$НСР_{05}$	1,8			

Таблица 1.6. Эффективность ЭКСТРАСОЛА (БисолбиСан)) в производственных опытах с яровыми зерновыми культурами в Ленинградской области.

Хозяйство	Культура, сорт	Площадь опыта, га	Урожай зерна, ц/га		Прибавка	
			Экстрасол	Контроль	ц/га	%
ЗАО «Агробалт»	яровой ячмень, с.Суздалец	52	49,8	47,8	2,0	4,2
ЗАО «Агробалт»	овес, с.Боррус	50	39,0	35,2	3,8	10,8
ЗАО «Торосово»	яровая пшеница, с.Иргина	50	28,0	21,0	7,0	33,3
ЗАО «Сумино»	яровой ячмень, с.Криничный	80	28,0	23,0	5,0	21,7
ЗАО «Котельское»	яровой ячмень, с.Суздалец	65	41,4	35,0	6,4	18,3
ЗАО «Котельское»	овес, с.Аргамак	22	42,0	30,0	12,0	40,0
ЗАО «Ополье»	яровой ячмень, с.Суздалец	84	38,8	34,4	4,4	12,8
ЗАО «Сельцо»	яровая пшеница, с.Крепыш	32	25,0	18,0	7,0	38,9
ЗАО «Гомонтово»	яровой ячмень, с.Ипари	64	29,0	22,0	7,0	31,8
ГУ ОПХ «Суйда»	яровой ячмень, с.Суздалец	23	33,4	29,8	3,6	12,1
Среднее по области			35,4	29,6	5,8	19,6

Таблица 1.7. Эффективность ЭКСТРАСОЛА (БисолбиСан, БисолбиФит) в производственных опытах с картофелем в Ленинградской области.

Хозяйство	Сорт	Площадь опыта, га	Урожай клубней, ц/га		Прибавка	
			Экстрасол	Контроль	ц/га	%
ЗАО «Торосово»	Невский	28	241	211	30	14,2
ЗАО «Сельцо»	Невский	30	250	190	60	31,6
ЗАО «Гомонтово»	Невский	53	252	205	47	22,9
Среднее по области			247,7	202,0	45,7	22,6

. Как видно, при обработке семян яровой пшеницы препарат БисолбиСан показал такую же биологическую эффективность как

протравители Колфуго дуплет, Феразим, Премис 200, но стоимость его была в 4-6 раз меньше (Табл. 1.4.).

При обработке семян озимой пшеницы сорта Лира в Краснодарском крае на различных фонах азотного питания растений, эффективность Экстрасола (БисолбиСан) всегда была выше, чем в контроле и в варианте с применением химического протравителя семян Витавакс (табл. 1.5.). Прибавка урожая зерна при применении ЭКСТРАСОЛА составляла 1,9-4,8 ц/га.

В производственных опытах с зерновыми культурами в Ленинградской области прибавка урожая зерна от применения препаратов в среднем составляла 5,8 ц./га или 19,6% по сравнению с контролем (Табл. 1.6.), а в опытах с картофелем урожай клубней возрастал в среднем на 45,7 ц/га или 22,6%. (Табл. 1.7.).

Учитывая все вышесказанное, можно с уверенностью утверждать, что использование БисолбиФита и БисолбиСана является весьма эффективным приемом, обеспечивающим повышение продуктивности растениеводства и получения высококачественной сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время ЭКСТРАСОЛ с успехом применяют сельхозпроизводители в Ленинградской, Московской, Саратовской, Волгоградской, Новгородской Нижегородской, Вологодской, Амурской областях, в Республиках Татарстан и Северная Осетия - Алания на площади более 100 тыс.га. Препарат прошел государственные испытания и зарегистрирован в России, Казахстане и Молдове.

Экономическая эффективность применения Экстрасола в зависимости от сельскохозяйственной культуры и климатических условий составляет 2-12 тыс. руб./га или 3-18 рублей на 1 рубль затрат.

Технология применения биопрепаратов бактофита и бактосана.

Зерновые культуры (ячмень, рожь, пшеница, овес, рис, сорго, просо, гречиха).

Предпосевная обработка семян с целью подавления семенных инфекций (гельминтоспориоз, фузариоз и др.) проводится препаратом БисолбиСан за 1-30 дней до посева. Доза препарата – 1 литр на 1 тонну семян. Для обработки можно использовать любое оборудование для протравливания семян (ПС-10 и др.). БисолбиСан совместим с фунгицидами (кроме медь- и ртутьсодержащих), гербицидами и химическими удобрениями.

Обработка посевов по вегетации с целью стимуляции роста растений и защиты от листовых заболеваний (бурая ржавчина, мучнистая роса, снежная плесень и др.). Используется БисолбиСан. Доза обработки - 2 литра на гектар. Препарат совместим с гербицидами, микроэлементами и химическими удобрениями. Рекомендуется провести две обработки: первую в фазу кущения, вторую – трубкования. После уборки урожая перед сушкой зерна рекомендуется провести обработку семян с целью подавления семенной инфекции в период хранения. Доза препарата БисолбиСан – 1 литр на 1 тонну семян.

Примечание: Сушка и доработка семян не влияет на полезную микрофлору препарата, которая сохраняется на семенах до их высева в почву в течение 8-12 месяцев.

Картофель.

Предпосевная обработка клубней с целью подавления семенных инфекций (ризоктониоз, фитофтороз и др.), стимуляции прорастания клубней и заселения корневой системы полезной микрофлорой. Обработка проводится препаратом БисолбиФит за 1-5 дней или в день посадки. Доза препарата – 1 литр на 1 тонну клубней. БисолбиФит совместим с фунгицидами (кроме медьсодержащих), гербицидами и химическими удобрениями.

Обработка посадок по вегетации с целью защиты растений от листовых и стеблевых инфекций (фитофтороз, ризоктониоз, альтернариоз) и стимуляции роста картофеля. Используется препарат БисолбиСан. Доза обработки – 2 литра на гектар. Совместим с фунгицидами (кроме медьсодержащих), гербицидами и химическими удобрениями. Рекомендуется провести две обработки: а) через 2-4 недели после появления всходов и б) спустя 5-6 недель после появления всходов. С целью защиты картофеля от фитофтороза рекомендуется проводить обработку растений каждые 10-12 дней в дозе 2 литра на гектар.

Обработка клубней перед закладкой на хранение с целью их защиты от фитофтороза, ризоктониоза, мокрых гнилей и фузариоза. Доза применения БисолбиСана 1 литр на 1 тонну клубней.

Капуста.

Обработка семян. Семена замачиваются на 3-8 часов в 1% растворе препарата БисолбиСан с целью подавления семенных инфекций и заселения семян полезной микрофлорой.

Обработка грунта перед высадкой семян 0,1% раствором БисолбиСана из расчета 1 литр на 100 $м^2$.

Обработка грунта с рассадой за 3-5 дней до высадки на постоянное место 0,1% раствором препарата БисолбиСан из расчета 1 л на 100 $м^2$. Обработка семян и грунта для рассады проводится с целью защиты растений от почвообитающих фитопатогенов и заселения корней полезной микрофлорой.

Обработка посадок по вегетации с целью стимуляции роста растений. Используется препарат БисолбиФит. Доза обработки – 2 литра на гектар. Совместим с фунгицидами (кроме медьсодержащих), гербицидами и химическими удобрениями. Рекомендуется провести две обработки: а) через 2-4 недели после высадки рассады и б) спустя 5-6 недель после высадки рассады.

Свекла. (сахарная,столовая, кормовая).

1. Обработка семян. Проводится с целью подавления семенных инфекций и заселения семян полезной микрофлорой. Обработка проводится препаратом БисолбиФит за 1-30 дней до посева. Доза препарата – 1 литр или 1 кг сухого препарата на 1 тонну семян. Препарат совместим с

протравителями, гербицидами и химическими удобрениями. Возможно его введение в дражирующую смесь при обработке семян на семенных заводах.

2. Обработка посадок по вегетации с целью защиты растений от листовых и стеблевых инфекций (церкоспороз и др.) и стимуляции роста свеклы. Используется БисолбиСан . Доза обработки – 2 литра на гектар. Совместим с микроэлементами, гербицидами. Рекомендуется провести две обработки: а) через 2-4 недели после появления всходов, б) через 5-6 недель после появления всходов

Кукуруза (зерно, силос).

Предпосевная обработка семян с целью подавления семенных инфекций и заселения семян полезной микрофлорой. Обработка проводится препаратом БисолбиСан за 1-30 дней до посева. Доза препарата – 1 литр на 1 тонну семян. Для обработки можно использовать любое оборудование для протравливания семян (ПС-10 и др.). Препарат совместим со всеми фунгицидами (кроме медьсодержащих), гербицидами и химическими удобрениями.

Обработка посевов по вегетации с целью стимуляции роста растений и защиты от листовых заболеваний. Используется БисолбиФит. Доза обработки- 2 литра на гектар. Препарат совместим с гербицидами, микроэлементами и химическими удобрениями. Рекомендуется провести две обработки: а) через 2-4 недели после появления всходов и б) спустя5-6 недель после появления всходов

Перед сушкой зерна рекомендуется провести обработку семян с целью подавления семенной инфекции в период хранения. Доза препарата БисолбиСан – 1 литр на 1 тонну семян.

Сушка и доработка семян не влияет на полезную микрофлору препарата, которая сохраняется на семенах до их высева в почву в течение 8-12 месяцев.

Подсолнечник.

Предпосевная обработка семян с целью подавления семенных инфекций и заселения семян полезной микрофлорой. Обработка проводится препаратом БисолбиСан за 1-30 дней до посева. Доза препарата – 1 литр на 1 тонну семян. Для обработки можно использовать любое оборудование для протравливания семян (ПС-10 и др.). Препарат совместим со всеми фунгицидами (кроме медьсодержащих), гербицидами и химическими удобрениями.

Обработка посевов по вегетации с целью стимуляции роста растений и защиты от заболеваний (склеротиния, фомопсис). Используется БисолбиСан. Доза обработки - 2 литра на гектар. Препарат совместим с гербицидами, микроэлементами и химическими удобрениями. Рекомендуется провести две обработки: а) через 2-4 недели после появления всходов; б) спустя 5-6 недель после появления всходов.

Перед сушкой зерна рекомендуется провести обработку семян с целью подавления семенной инфекции в период хранения. Доза препарата БисолбиСан – 1 литр на 1 тонну семян.

Сушка и доработка семян не влияет на полезную микрофлору препарата, которая сохраняется на семенах до их высева в почву в течение 8-12 месяцев.

Виноград.

Обработка лозы в фазу начала движения сока и набухания почек препаратом БисолбиСан в дозе 2 литра на гектар.

Обработка лозы в фазу 2-4 листьев в дозе 2 литра на гектар.

Обработка лозы перед цветением препаратом БисолбиСан в дозе 2 литра на гектар.

Обработка лозы через 2-3 недели после цветения в дозе 2 литра на гектар.

Обработка лозы через 2-3 недели после последней обработки препаратом в дозе 4-5 литров на гектар.

В случае возникновения очагов милдью и оидиума (по прогнозам СЗР) производится обработка лозы препаратом БисолбиСан в дозе 5-6 литров на гектар в очагах поражения. В случае необходимости продолжить обработки в местах поражения из расчета 5-6 литров на гектар через 10-15 дней.

С целью защиты урожая винограда от серой гнили (по прогнозам СЗР) провести обработку препаратом БисолбиСан в дозе 5-6 литров на гектар за 10-14 дней до уборки.

Томаты, сладкий перец, баклажаны, табак, бахчевые культуры, лук.

Обработка семян. Семена замачиваются на 3-8 часов в 1% растворе препарата БисолбиСан с целью подавления семенных инфекций и заселения семян полезной микрофлорой.

Обработка грунта перед высадкой семян 0,1% раствором препарата БисолбиСан из расчета 1 литр на 100 $м^2$. Обработка грунта с рассадой за 3-5 дней до высадки 0,1% раствором препарата из расчета 1 л на 100 $м^2$. Обработка семян и грунта для рассады проводится с целью защиты растений от почвообитающих фитопатогенов и заселения корней полезной микрофлорой.

Обработка посадок по вегетации с целью стимуляции роста растений. Используется БисолбиФит. Доза обработки – 2 литра на гектар. Совместим с микроэлементами. Рекомендуется провести две обработки: а) через 2-4 недели после высадки рассады и б) через 5-6 недель после высадки рассады.

С целью защиты пасленовых культур от фитофтороза рекомендуется проводить обработки препаратом БисолбиСан каждые 9-12 дней в дозе 2 литра на гектар.

Обработка препаратом БисолбиСан готовой продукции перед транспортировкой (томаты, сладкий перец, баклажаны и др.) с целью их защиты от порчи. Доза применения 1 литр на 1 тонну продукции (5-10% раствор).

ГЛАВА 2. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ БИОРЕМЕДИАЦИИ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Интенсивное развитие промышленности, транспорта и сельскохозяйственного производства неизбежно связано с загрязнением окружающей среды. Одним из основных объектов загрязнения является почва. Наиболее важные источники загрязнения почвы: аэрогенные выбросы промышленных предприятий и транспорта, а так же, как это не парадоксально, агрохимикаты Среди загрязнителей основное место занимают тяжелые металлы, химические средства защиты растений (пестициды) и продукты их трансформации). Загрязнение почвы энергоносителями и другими продуктами химического синтеза, включая нефтепродукты, связано главным образом с аварийными ситуациями и имеет, как правило, локальный характер, что не снимает остроту проблемы.

В результате загрязнения снижается качество почвы и ценность загрязненных земель. Одним из наиболее серьезных аспектов этой проблемы является то, что поступившие в почву вещества и продукты их трансформации поглощаются растениями и накапливаются в концентрациях опасных для здоровья человека, животных и биосферы в целом.

Отсюда ясно, что разработка четкой стратегии предупреждения загрязнения и очистки почвенного покрова от ксенобиотиков с одной стороны и создание технологии получения экологически чистой продукции на техногенно загрязненных почвах с другой являются совершенно необходимым условием дальнейшего совершенствования современных экологически безопасных систем земледелия. Поэтому вопросы ремедиации загрязненных почв, восстановления их статуса имеют исключительно важное значение.

Традиционные физико-химические способы очистки почвы такие как экскавация, термообработка, промывка или дезактивация химическими реагентами, широко применяемые в настоящее время для ликвидации аварийных очагов загрязнения, сами по себе разрушительны для агроэкосистем, к тому же они дороги. Поэтому необходимы другие более приемлемые методы, основанные на использовании биологических систем – микроорганизмов и растений.

Особенность загрязнения почвы пестицидами и тяжелыми металлами заключаются в том, что они, как правило, рассеиваются на огромном пространстве с.х. угодий в относительно небольших концентрациях и способны передвигаться по пищевым цепям экосистемы, концентрируясь в ее высших звеньях – животных и человеке, что представляет серьезную опасность для их здоровья. Поэтому в настоящее время к ним приковано значительное внимание экологов, медиков и микробиологов.

Преимущества биоремедиации техногенно загрязненных почв очевидны: разлагаясь в живых системах, органические ксенобиотики включаются в естественный круговорот веществ, в результате чего

происходит их детоксикация и полная минерализация. При этом отсутствует побочный отрицательный эффект на экосистемы и здоровье человека.

Биоремедиация почв, загрязненных пестицидами.

Пестициды представляют широкий спектр веществ, включающей более тысячи химических соединений различных классов, ежегодный объем производства и применения которых в мире составляет более 2 млн тонн. Они применяются повсеместно и многократно на площади около млрд. га. и являются одним из важных источников загрязнения водного и воздушного бассейна. Теоретически все пестициды, поступающие в почву, могут быть утилизированы комплексом почвенных микроорганизмов, что подтверждают многолетние исследования в различных странах мира. Из почвы выделены различные виды бактерий, грибов, актиномицетов и микроскопических водорослей, активно разлагающие практически все известные в настоящее время пестициды на искусственных питательных средах. С помощью генно-инженерных методов созданы новые штаммы, активность которых существенно превышает активность исходных штаммов. Вместе с тем накопленный за многие годы опыт показывает, что неизмеримо большие возможности имеют специфические ассоциации и консорциумы, включающие комплекс микроорганизмов. В ассоциациях или консорциумах генный пул, отвечающий за метаболизм, на несколько порядков разнообразнее и выше, чем у популяции отдельных видов. Совокупная деятельность ассоциации позволяет довести до полной минерализации любые органические соединения, что далеко не всегда может сделать популяция одного вида

Однако следует отметить, что персистентность пестицидов в почве является достаточно высокой. В зависимости от химической природы и почвенно-климатических условий они сохраняются в ней от нескольких недель до нескольких лет. Это говорит о том, что процессы адаптации микроорганизмов и формирования микрофлоры, способной утилизировать эти ксенобиотики происходит очень медленно, а эффективность микробиологической деградации в значительной степени зависит от физико химических условий, которые складываются в почве. Основные их них (аэрация, температура, кислотность, влажность, гранулометрический состав, органическое вещество) крайне редко бывают оптимальными. Поэтому требуются специальные методы и технологии для оптимизации микробиологических процессов деградации пестицидов.

Важнейшим фактором, определяющим стабильность пестицидов в почве, является органическое вещество. Некоторые авторы отмечают достаточно хорошо выраженную корреляцию между содержанием почвенного органического вещества, биомассой микроорганизмов и скоростью разложения пестицидов, но это далеко необязательно Органические вещества играет двоякую роль: с одной стороны они могут быть эффективным косубстратом или индуктором биосинтеза

соответствующих ферментов, участвующих в трансформации пестицидов, с другой – репрессором этих процессов. Все зависит от характера органического вещества.

Технологические решения использования микроорганизмов для биоремедиации почв, загрязненных пестицидами, могут быть различными, что зависит от химической природы этих веществ и их концентрации в почве. Если исключить аварийные ситуации, то, как правило, речь идет об относительно небольших концентрациях, которые накапливаются в процессе многократного систематического применения химических средств защиты растений в сельскохозяйственном производстве. Как ни парадоксально, именно низкая концентрация и дискретное распределение микроорганизмов является причиной высокой персистентности этих веществ в почве. При таких концентрациях большинство пестицидов, из которых многие мало растворимы в воде, просто не способны индуцировать синтез соответствующих ферментов у микроорганизмов. Поэтому, чтобы инициировать процесс их микробиологического разложения в почве необходимо использование специальных приемов. Одним из наиболее простых приемов, который легко вписывается в систему агротехнических мероприятий в земледелии, является дополнительное внесение в нее органического вещества. В частности, ряд авторов предлагает использовать навоз, компосты, сточные воды животноводческих комплексов, активный ил из очистных сооружений, солому, сидеральные удобрения и т.д. Предполагается, что органические вещества, являясь источником углерода и энергии для почвенных микроорганизмов, повышают эффективность самоочищения почвы за счет интенсификации микробиологических процессов и феномена кометаболизма. Суть последнего заключается в том, что многие микроорганизмы способны к трансформации ксенобиотиков, включая пестициды, в процессе окисления некоторых природных органических соединений. Например, в условиях кометаболизма широко проявляются реакции окислительного гидроксилирования, которые характерны для начальных этапов трансформации и детоксикации феноксиалкилкарбоновых кислот, фосфорорганических соединений, сим-триазинов, хлорзамещенных углеводородов и т.д. Однако применения такого способа для ускорения деградации пестицидов давали неоднозначные результаты. Например, в наших исследованиях при внесении в почву торфяного биологически активного грунта, активного ила из очистных сооружений свинооткормочного комплекса, соломы и целлюлозы скорость разложения гербицида прометрина существенно возрастает, тогда как в присутствии свежей массы люпина, и кукурузы снижается. Особый интерес представляет солома, в состав которой входит до 70 % полисахаридов целлюлозы и гемицеллюлоз. Проведенные нами исследования показали, что при внесении соломы в почве формируется ассоциация или консорциум, включающий комплекс микроорганизмов, гидролизующих полисахариды целлюлозу и гемицеллюлозы до моносахаров, и гетеротрофных бактерий.

Последние, используя моносахара в качестве источника энергии и косубстрата, разлагают гербицид прометрин и другие ксенобиотики.

Во ВНИИСХМ разработана методика получения такой ассоциации и создан биопрепарат, в котором скорость разложения гербицида прометрина в десятки раз превышала скорость его естественной деградации. Введение такого биопрепарата в почву приводило к интенсификации процессов ее самоочищения от гербицида в несколько раз. Приведенные выше примеры и опубликованные в литературе материалы позволяют сделать заключение, что разработка эффективных методов формирования такого рода ассоциаций микроорганизмов, создание на этой основе комплексных микробных препаратов и технологий их применения является одним из наиболее перспективных путей восстановления почв, загрязненных пестицидами и другими ксенобиотиками, включая нефтепродукты, синтетические энергоносители, диоксины и отравляющие вещества.

Не менее интересным и перспективным для биоремедиаации почв является использование фитобактериальных систем. В естественных условиях существование растений неразрывно связано с микроорганизмами. На корневой системе растений формируется специфический комплекс бактерий, который принимает активное участие в трансформации ксенобиотиков, используя корневые экссудаты в качестве источника энергии и косубстрата. Особую роль играют бобово-ризобиальные симбиотические системы. Отношения симбиотичских систем к ксенобиотикам, включая пестициды, имеют неоднозначный характер. С одной стороны, пестициды, являясь физиологически активными веществами и проникая в растительные ткани, могут оказывать существенное влияние на физиолого-биохимические процессы растений, что естественно сказывается на их взаимоотношении с клубеньковыми бактериями, чаще всего с отрицательной стороны. В частности, исследования ВНИИСХМ показали, что производственные дозы таких гербицидов как 2,4-Д, прометрин, трефлан, атразин блокируют процесс азотфиксации у бобовых культур и тем самым сводят на нет их уникальную способность в симбиозе с клубеньковыми бактериями фиксировать атмосферный азот. С другой стороны нами установлено, что реакция симбиотических систем на такие гербициды как 2,4-Д и прометрин в значительной степени зависит от штамма клубеньковых бактерий. Показано, что чувствительность их к этим веществам отличается в десятки раз. Некоторые штаммы клубеньковых бактерий активно разлагают пестициды как в чистой культуре, так и в тканях клубенька. Более того, доказано, что путем переноса плазмиды биодеградабельности в соответствующие штаммы клубеньковых бактерий можно получить трансконьюганты, которые приобретают способность разлагать ксенобиотики. Инокуляция бобовых культур такими штаммами повышает устойчивость бобово-ризобиальных систем к гербицидам и позволяет получить экологически чистую продукцию на обработанных ими посевах. Вместе с тем существенно ускоряются процессы детоксикации почв. Последнее по-видимому объясняется тем, что гербициды, активно всасываются корневой системой бобовых растений и

концентрируются в клубеньках, где происходит их трансформация и детоксикация, что хорошо показано в работах ВНИИСХМ на примере некоторых хлорпроизводных феноксиалкилкарбоновых кислот, сим-триазинов и анилидов.

Таким образом, бобовые культуры в симбиозе с клубеньковыми бактериями могут быть эффективно использованы для биоремедиации почв, загрязненных органическими ксенобиотиками. Однако для реализации этих результатов на практике необходимо провести огромную и трудоемкую работу по отбору активных штаммов клубеньковых бактерий и комплементарных им видов и сортов бобовых растений, а также оценить приоритетные источники загрязнения. Для нас очевидно, что среди таких приоритетов основное место будут занимать пестициды и такие продукты их метаболизма как нитрозоамины, хлорпроизводные ароматические соединения и диоксины, которые уже при концентрации 10^{-6}-10^{-7} % создают серьезные санитарно-токсикологические и экологические проблемы.

Наконец, для очистки почвы от пестицидов весьма эффективно могут быть использованы монокультуры бактерий, грибов и микроскопических водорослей. Как уже отмечалось нами, в настоящее время зарегистрировано огромное количество бактерий способных к разложению различных продуктов органического синтеза, включая подавляющее число пестицидов. На основе их создано ряд биопрепартов, при инокуляции которыми заметно возрастала скорость деградации этих веществ в почве Препарат бацифор, созданный во ВНИИСХМ на основе споровых бактерий *Bac.megaterium* успешно разлагает фосфорорганические инсектициды хлорофос, карбофос, актеллик, гардонну, волатон и базудин, а также ряд производных сим-триазина (прометрин, симазин). Применение его на посевах моркови, обработанной гербицидом прометрином, полностью исключило накопление гербицида в корнеплодах при ранних сборах продукции, тогда как в контрольном варианте концентрация его составляла не менее 0,024 мг на 1 кг. При этом необходимо отметить, что инокуляция почвы бацифором достоверно стимулировала рост растений, увеличивала выход ранней продукции и снижала заболеваемость ряда овощных культур, что очень важно с экономической точки зрения. Расходы на приобретение препарата и очистку почвы от пестицидов в значительной степени компенсируются за счет повышения урожая с.х. культур и качества продукции.

Биоремедиация почвы, загрязненной гербицидами производными сим-триазина, путем регулирования структуры микробного сообщества почвы.

Предлагаемый способ предназначен для биоремедиации почвы, загрязненной пестицидами, предусматривающий восстановления почвенного плодородия и ее санитарно-гигиенического состояния путем введения в почву соломы зерновых культур (овес, ячмень, пшеница, рожь) и минеральных удобрений. При этом повышается биологическая активность почвы и формируется ассоциация микроорганизмов, утилизирующих

растительные полисахариды. Ключевым элементом этой ассоциации являются целлюлозоразлагающие бактерии и микромицеты, которые гидролизуют целлюлозу и гемицеллюлозы до моносахаров. Используя моносахара и продукты их трансформации в качестве энергетического материала, сопутствующие им гетеротрофные бактерии разлагают пестициды в процессах кометаболизма до нетоксичных соединений.

Способ применения Минеральные удобрения и мелкоизмельченная солома зерновых культур вносят на поверхность загрязненного пестицидами участка и перемешивают с почвой на глубину 10-15 см вручную или (на больших площадях) дисковым культиватором.

В качестве минеральных удобрений используют комплексные удобрения аммофоску или нитрофоску. Возможно комплексное использование азотно-кислого аммония, суперфосфата, калийных солей из расчета N_{60} P_{60} K_{60} или соответственно по 6 г/м^2.

Доза соломы 1-3 кг./м^2 или 10-30 т/га.

Почва оставляется в парующем состоянии. В течение вегетационного периода на ней проводятся соответствующие агротехнические мероприятия, необходимые для поддержания чистого пара.

Степень очистки почвы от гербицидов оценивают путем использования биотестов или на основании химического анализа. В качестве тест-культуры на производные сим-триазина и фенилмочевины рекомендуются овес посевной, и зеленые водоросли *Chlorella vulgaris*

Способ апробирован в вегетационных и полевых опытах на примере гербицидов прометрина, атразина, симазина. Первые 1-2 месяца после внесения соломы и минеральных удобрений скорость разложения гербицидов по сравнению с фоном возрастает в 2-5 раз.

При этом возрастает урожай следующей после пара культуры.

Биопрепарат консорциума микроорганизмов для разложения гербицидов.

Биопрепарат представляет отселекционированную культуру консорциума микроорганизмов, утилизирующих растительные полисахариды на твердофазном субстрате, адаптированную к определенной группе ксенобиотиков (пестицидов).

Для биоремедиации загрязненной пестицидами почвы используется маточная культура консорциума микроорганизмов.

Маточную культуру получают путем инокуляции биопрепарата в твердофазный питательный субстрат и последующего выращивания ее при благоприятной температуре и влажности.

В качестве субстрата используется кислый верховой или переходный торф и солома зерновых культур в соотношении 10:1 или 10:2. Для нейтрализации кислоты вносится природный известковый материал (мел, доломитовая мука) до pH -6,0-7,0. В качестве источников минерального питания используются (на 1 кг субстрата)

Азотнокислый аммоний 6,0 г

Суперфосфат простой 7,0 г
Сернокислый калий 2,0 г

или комплексные удобрения азофоска, нитрофоска в эквивалентных по азоту количествах.

Полученная масса тщательно перемешивается, увлажняется до 60% от полной влагоемкости и инокулируется препаратом консорциума микроорганизмов в количестве 2-5 % от массы субстрата, добавляется 1,0-10,0 мг ксенобиотика (пестицида) подлежащего утилизации. после чего инкубируется при температур 25-30^{0}С 1,5-2,0 месяца. В течение этого времени происходит интенсивное развитие микроорганизмов и адаптация их к соответствующей группе химических соединений.

Способ применения.

Маточную культуру, полученную описанным выше способом, вносят на поверхность загрязненного пестицидами участка в количестве 1-2 кг/м^2 и перемешивают с почвой на глубину 10-15 см.. Почва оставляется в парующем состоянии на 1-2 месяца, после чего тестируется на содержании в ней остатка гербицидов. Для этого используют биологические тесты. Для гербицидов производных сим-триазина в качестве тест-культур рекомендуют овес посевной или зеленые водоросли Chlorella vulgaris (альгологический экспресс - метод).

Способ апробирован в условиях вегетационных и полевых опытов на примере производных сим-триазина (прометрин, атразин). При нормативном уровне внесения гербицидов (2-8 кг/га) через 1 месяц наблюдается их полная детоксикация в дерново-подзолистой почве.

Субстрат с консорциумом микроорганизмов имеет высокую биологическую активность содержит достаточное количество основных элементов минерального питания, что в последующем обеспечивает получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур и воспроизводство почвенного плодородия.

Биопрепарат бацифор для биоремедиации почв, загрязненных пестицидами, и повышения продуктивности с.х. культур.

Биопрепарат бацифор представляет культуру споровых бактерий в жидкой или твердофазной среде. Применение его основано на способности бактерий, входящих в препарат, разлагать ряд фосфорорганических инсектицидов и гербицидов производных сим-триазина.

Наряду с этим, препарат снимает эффект «почвоутомления», вызванное развитием фитопатогенных грибов и накоплением фитотоксичных веществ в торфяных грунтах при их многолетнем использовании в теплицах. Подавляет развитие ряда корневых инфекций (фузариоз томатов и огурцов, черная ножка капусты). Стимулирует рост рассады овощных культур и ускоряет их развитие, повышает устойчивость растений к гербициду прометрину.

Испытаны различные способы применения бацифора.

-Для ускорения деградации пестицидов (гардона, фосфамид, базудин, прометрин) препарат вносят в почву при норме расхода 0,25-0,5 л/м^2 . Эффективность его возрастает при совместном применении с соломой. Время «эффективной работы» препарата 7-10- суток. Скорость разложения в первые 10 суток после внесения превышает фон в 2,0-5,0 раз.

-Локальное внесение препарата с семянами повышает устойчивость овса, кукурузы, огурца к прометрину в 2-3 раза. При этом возрастает скорость разложения гербицида в почве, снижается их поступление в растения.

Предпосевная обработка торфяного грунта бацифором снимает эффект «почвоутомления», повышает качество рассады томатов, огурцов, перцев, капусты белокочанной и повышает продуктивность растений в среднем на 20 %, ускоряет их плодоношение на 5-10 суток.

-Обработка торфяного грунта с рассадой растений перед их пикировкой или высадкой в почву на постоянное место снижает заболеваемость растений томата и огурца фузариозом, капусты - черной ножкой, не уступая по своей эффективности фунгициду фундазолу. На фоне принятых агротехнических мероприятий урожай капусты в открытом грунте возрастал на 30 %, томатов в стационарной теплице в грунте многолетнего пользования на - 40 %.

.Использование ассоциативных ризобактерий для биоремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами.

Существующие технологии для очистки почв от загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) являются чрезвычайно дорогостоящими, создают новые отходы, требующие утилизации, снижают плодородие почвы или делают ее непригодной для сельскохозяйственного использования. В последнее 10-летие развивается принципиально новая технология восстановления загрязненных агроландшафтов, названная фиторемедиацией. Фиторемедиация основана на использовании растений для концентрации и детоксикации ТМ на основе физических, химических и биологических процессов, что обеспечивает сохранение агроландшафтов и восстановление здоровых экосистем. В связи с этим, актуальными являются поиск устойчивых форм растений с высокой урожайностью вегетативной массы и активно аккумулирующих ТМ и изучение возможностей улучшения роста растений на токсичных почвах.

Хорошо известно, что виды растений значительно различаются по устойчивости к ТМ. Имеются также данные о различиях в устойчивости к ТМ между сортами и популяциями растений, принадлежащих к одному виду. Проведенные исследования с горохом и горчицей сарептской показали, что существует достаточно высокая внутривидовая генетическая изменчивость по признаку устойчивости к кадмию. Горчица сарептская (*Brassica juncea* Czern.) является в настоящее время одним из наиболее перспективных видов для фиторемедиации почв, которая обладает сравнительно высокой

устойчивостью к ТМ, большой вегетативной массой, и способна аккумулировать различные ТМ в высоких концентрациях. Результаты исследований показали, что путем селекции можно отобрать устойчивые генотипы растений, которые будут служить перспективными объектами для фиторемедиации. Селекция может быть также эффективным подходом в отборе генотипов растений с повышенной (или пониженной) способностью накапливать ТМ. В частности, наши недавние исследования обнаружили существенную генетическую вариабельность у гороха посевного по аккумуляции различных ТМ. Показано, что другим эффективным подходом в поиске растений устойчивых и аккумулирующих ТМ является мутагенез. Так у устойчивого к кадмию мутанта гороха линии SGE биомасса и содержание в ней кадмия повышались примерно в два раза по сравнению с диким типом. Данный мутант является на сегодняшний день уникальной моделью как для развития технологий фиторемедиации, так и для изучения механизмов устойчивости растений к ТМ. Необходимо подчеркнуть, что использование бобовых растений для фиторемедиации весьма перспективно, в виду того, что они способствуют восстановлению плодородия и развитию полезной почвенной микрофлоры. Это особенно важно, поскольку многие почвы, нуждающиеся в ремедиации, содержат недостаточное количество питательных элементов и обеднены микрофлорой.

Многие почвенные микроорганизмы могут обладать высокой устойчивостью к ТМ и снижать или повышать подвижность ТМ в почве посредством изменения pH и редокспотенциала среды, продуцирования связывающих (хелатирующих) веществ и сидерофоров, а также путем биосорбции и биоаккумуляции. Ризосферные и ассоциативные микроорганизмы в этом отношении практически не изучены. Нами были выделены ризосферные рост стимулирующие бактерии с высокой устойчивостью к ТМ и показано, что они способны активно иммобилизировать ТМ и влиять на их поступление из почвы в растения. При интродукции на семена эти бактерии хорошо приживаются в ризоплане растений в присутствии токсичных концентраций ТМ в почве. Ассоциативные бактерии стимулировали рост и улучшали усвоение растениями питательных элементов в присутствии токсичных концентраций кадмия и свинца. Некоторые рост стимулирующие штаммы содержат фермент аминоциклопропанкарбоксилат дезаминазу, благодаря чему эти бактерии снижают уровень гормона этилена, повышенный биосинтез которого в условиях стресса приводит к ингибированию роста растений.

В условиях повышения уровня загрязнения агроландшафтов актуальной становится проблема получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции на слабозагрязненных почвах. Наши исследования показали, что инокуляция сельскохозяйственных культур биопрепаратами на основе ассоциативных бактерий положительно влияла на рост растений и улучшала потребление питательных элементов из почвы, обогащенной свинцом и кадмием. В то же время содержание этих металлов в зерне обработанных биопрепаратами растений не повышалось, а в отдельных

случаях снижалось. Эти результаты свидетельствуют о том, что биопрепараты на основе ассоциативных ризобактерий могут быть успешно применены для бактеризации растений в условиях слабого загрязнения почвы тяжелыми металлами для получения качественного урожая. Эффективным может быть также подход, основанный на селекции генотипов растений характеризующихся пониженным содержанием ТМ. Так, отобранные нами генотипы гороха могут служить ценным материалом для селекции высокопродуктивных сортов с низким содержанием ТМ.

Для фиторемедиации загрязненных ТМ почв, также как и для получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции на слабозагрязненных почвах, важное значение имеет генотип растений с повышенной способностью образовывать эффективный симбиоз с клубеньковыми бактериями и эндомикоризными грибами, а также обладающий высокой отзывчивостью на инокуляцию ассоциативными бактериями. Показано, что в одном генотипе могут сочетаться признаки высокой устойчивости к ТМ и симбиотической эффективности.

Заключение

Таким образом, разработанные во Всероссийском научно-исследовательском институте сельскохозяйственной микробиологии методические подходы и примеры их реализации, приведенные выше, позволяют сделать заключение, что используя микроорганизмы и растительно-микробные системы, можно создать эффективные, низкозатратные и экологически безопасные технологии биоремедиации техногенно загрязненных почв. Их преимущество перед физико-химическими методами не вызывает сомнения.

1. Применение микроорганизмов для биоремедиации почв не оказывает отрицательного влияния на окружающую среду и процессы почвообразования. Экологически безопасно. Органические токсиканты (в том числе пестициды) разлагаются до минеральных соединений, которые включаются в естественный круговорот веществ.
2. Микробные препараты, используемые для биоремедиации почв, оказывают положительное влияние на растения, стимулируя их рост и развитие, повышают устойчивость растений к фитотоксикантам, позволяют получить нормативно чистую продукцию на техногенно-загрязненных почвах.
3. Использование специально подобранных фитобактериальных систем обеспечивает интенсивный вынос из почвы тяжелых металлов и радионуклидов, что позволяет в относительно короткое время снизить их концентрации до фонового уровня.

ГЛАВА 3. МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

В век высокой индустриализации и промышленной интенсификации особую значимость приобретает проблема продовольственной безопасности. Эта значимость усиливается жесткой конкуренцией за рынки сбыта сельскохозяйственной продукции. Основными критериями конкурентности продукции являются ее себестоимость и качество.

Для получения высоких урожаев и сохранности продукции производители сельхозпродукции зачастую используют самые разные и не безопасные для природы и человека индустриальные и химические средства.

В мире создан большой и разнообразный ассортимент микробных препаратов для защиты растений. Российская Федерация в этом занимает ведущее положение. Только в нашем институте разработано и предложено производству около десятка препаратов.

Умелое использование уже созданного набора биопрепаратов в состоянии не только положительно воздействовать на экологическую ситуацию, но и повысить результативность агропроизводства.

В настоящее время целый ряд отраслей в АПК остро нуждается в биопрепаратах, поскольку в курортной, водоохранной, пригородных зонах, в сырьевых базах детского и диетического питания, в закрытом грунте и на лекарственных культурах запрещено применение химических СЗР.

Повысить эффективность и объемы использования биопрепаратов в АПК, снять проблему их дефицита можно в первую очередь на основе интенсификации исследований по изучению, отбору и селекции микроорганизмов-продуцентов и разработке технологий производства и применения биопрепаратов. Естественно, что это направление должно иметь соответствующее финансирование. Биопрепараты как путь к улучшению экологической ситуации в АПК – в полном смысле слова приоритетная социальная проблема.

Интенсивные меры борьбы с массовым появлением вредителей и болезней в условиях агроландшафтов путем применения пестицидов и агрохимикатов неминуемо изменяют видовой состав и соотношение численности вредных и полезных сочленов агроценоза и чаще всего в пользу вредных. Дело в том, что химические средства, как правило, губительны как для вредных, так и для полезных видов. А в связи с высокой потенциальной плодовитостью вредных видов восстановление их численности всегда происходит значительно быстрее, чем у полезных (энтомо- и акарифагов, паразитов, хищников).

Таким образом, массированное применение пестицидов резко нарушает биоценотические связи и отношения между вредными и полезными сочленами агроценозов, вынуждая постоянно наращивать применение пестицидов. Кроме того, такое использование пестицидов приводит к формированию генетически устойчивых к ним особей и популяций вредителей. Это, в свою очередь, вынуждает увеличивать дозы и кратность

применения инсектицидов. В настоящее время, в специальной литературе накоплено огромное количество экспериментальных материалов, свидетельствующих о фактах формирования популяционной резистентности многочисленных видов насекомых и фитопатогенов к тем или иным группам пестицидов.

Важнейшим этапом развития производства экологически чистого продовольствия и другого сельскохозяйственного сырья является создание гибкой, зависящей от конечного результата, современной системы производства, сбыта и применения биопрепаратов. Основой этой системы должна быть широкая региональная сеть, состоящая из небольших предприятий, цехов, способных к выпуску всего ассортимента биопрепаратов. При этом должна быть упрощена проблема перевозок препаратов на большие расстояния к потребителю, что позволит дополнительно удешевить их применение. Кроме того, региональные производства могут исключить такие операции как сушка биомассы, которая, являясь энергоемким этапом производства, значительно удорожает изделие. Этот этап отпадает в том случае, если препараты будут производиться непосредственно к сезону использования без длительного их хранения и перевозки.

Целесообразность организации региональных производств биопрепаратов диктуется также тем, что потребителями окажутся не только крупные сельскохозяйственные производители, а также фермеры и индивидуальные садоводы. Особенно это актуально для производства детского и диетического питания. Все они предпочтут иметь дело с региональными производствами, ориентированными на местные потребности. На их основе возможно развитие консультаций, диагностики, выездных обработок и других сервисных услуг.

В настоящее время производство биопрепаратов в нашей стране осуществляется часть - промышленным способом на Бердском заводе биопрепаратов («Сиббиофарм»), а другая часть – на небольших производственных предприятиях и лабораториях регионального масштаба. И в том, и в другом случае выпуск осуществляется в небольших количествах, как по объему, так и по номенклатуре.

Характерной особенностью крупнотоннажного промышленного производства является высокая производительность и значительный объем. Но при этом номенклатура биопрепаратов крайне низка и завод не в состоянии ее расширить по понятным причинам. Поэтому рассчитывать на выпуск заводом нужных для сельского хозяйства биопрепаратов по полной номенклатуре и в необходимом количестве нельзя.

Весомым дополнением к промышленному крупнотоннажному производству биопрепаратов может быть региональное малотоннажное производство. Такое производство уже существует, но оно нуждается в широкой модернизации. Многие из этих производств недостаточно оснащены технологическим оборудованием. В других недостаток высококвалифицированных работников – микробиологов и технологов.

Для решения проблемы полного обеспечения сельского хозяйства биопрепаратами необходимо спланировать, организовать и создать единую систему таких производств в масштабах России, обеспечив ее современным технологическим оборудованием, квалифицированными кадрами и соответствующими регламентами.

Региональное производство биопрепаратов поблизости от места их применения имеет ряд немаловажных преимуществ. Биопрепараты, расходуемые практически непосредственно после их изготовления, не нуждаются в длительном хранении, что существенно меняет подходы к технологии их производства и применения. В этой ситуации становится нецелесообразным концентрирование препаратов на основе вакуум-выпаривания, сепарирования, дорогостоящей и энергоемкой операции сушки биомассы. Вследствие устранения этих этапов, на выходе в региональном предприятии окажутся жидкие и пастообразные формы биопрепаратов, которые по эффективности и технологичности применения не уступают сухим порошкам заводского изготовления. Устранение высокозатратных элементов технологии позволит снизить себестоимость препаратов и сделать их более доступными для потребителя.

При развитии широкой сети регионального производства биопрепаратов, их деятельность, в условиях рынка, несомненно, будет подчиняться законам конкуренции, а это приведет к повышению качества изготовляемой продукции.

Одним из важнейших элементов организационного обеспечения настоящей задачи на государственном уровне является система государственных испытаний и регистрация биопрепаратов. Хочется надеяться, что недавнее изменение структуры министерства сельского хозяйства, где учреждена федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору, позволит облегчить и усовершенствовать эту систему. Существовавшая ранее Госхимкомиссия даже в своем названии игнорировала биологические средства защиты растений и отдавала предпочтение химическим пестицидам, в том числе и, особенно, импортным. В результате по существовавшему «Положению» комиссии очень многие биопрепараты, разработанные и предложенные отечественными учеными, остались невостребованными.

Перечисленные выше концептуальные вопросы, несомненно, относятся к биопрепаратам широкого спектра назначения и в том числе и даже в первую очередь к препаратам фитозащитного действия, серия которых для контроля численности вредных грызунов, насекомых и клещей создана во ВНИИСХМ.

БАКТОРОДЕНЦИД

Бактериальный препарат против мышевидных грызунов (крыс, мышей, полевок, пеструшек, хомячков).

Известно, что мышевидные грызуны (полевые и синантропные виды) причиняют огромный экономический и санитарно-эпидемиологический вред. Экономический вред их особенно чувствителен в сельском хозяйстве. Они вредят посевам зерновых, пропашных культур, питомникам, забираясь в парники и теплицы, повреждают, а иногда нацело уничтожают рассаду. Поселяясь в зерноскладах, овощехранилищах, птичниках, свинарниках и других постройках, наносят ощутимый двоякий вред:

1) портят корма, продукты и сами помещения;

2) распространяют различные инфекции, источником которых они являются (гепатиты, геморрагические лихорадки, туляремию, листереллез и многие другие заболевания людей).

Вредоносность мышевидных грызунов особенно ощутима в годы нарастания численности и массового их размножения. Мыши и полевки особенно интенсивно размножаются в южных и центральных регионах нашей страны. Плодовитость их такова, что численность, например, обыкновенной полевки за весенне-летний сезон может увеличиться в сотни раз. При этом следует отметить, что потенциал их плодовитости никогда не реализуется полностью, т.к. существуют природные (естественные) факторы, в том числе эпизоотии, сдерживающие этот процесс.

Для многих видов мышевидных грызунов характерны сезонные миграции: осенью и зимой – с полей в стога, скирды, лесополосы, постройки населенных пунктов, а весной – обратно на поля. В местах скопления они особенно вредоносны и опасны, так как служат источником инфекционных заболеваний людей и сельскохозяйственных животных.

Способов борьбы с этими вредителями много и в том числе бактериальный метод с использованием бактериального препарата – БАКТОРОДЕНЦИДА.

БАКТОРОДЕНЦИД создан во ВНИИСХМ. Технология его производства и применения постоянно совершенствуется. В настоящее время он является одним из основных и наиболее эффективных средств борьбы против мышей, полевок, пеструшек и серых хомячков.

В таблице 3.1. перечислены высоковосприимчивые, маловосприимчивые и невосприимчивые виды грызунов.

Рассматривая данные таблицы, у читателя неминуемо возникает вопрос: почему разные виды, даже из одной группы, рода, отличаются между собой по восприимчивости к этим бактериям и препарату на их основе? Дело в том, что эти бактерии обладают строгой специфичностью (избирательностью). По этой причине и благодаря этим особенностям бактерии нашли широкое использование. Длительное и всестороннее их изучение показало, что бактерии Исаченко (*Salmonella enteritidis var. Issatschenko*) высоко патогенны только для определенных групп грызунов и менее патогенны или вовсе не патогенны для других видов и групп грызунов

и, что особенно важно и ценно, они абсолютно не опасны для полезных сельскохозяйственных и диких животных. Ученые пришли к единому мнению о безопасности бактерий Исаченко для полезных животных и человека. Данное заключение подтверждено многолетним применением БАКТОРОДЕНЦИДА и данными санитарно-гигиенических исследований без каких-либо негативных последствий.

Методы применения БАКТОРОДЕНЦИДА

В настоящее время БАКТОРОДЕНЦИД готовится на зерне с высоким титром бактерий Исаченко. В одном грамме препарата содержится от 2 до 5 млрд. бактерий, а в одном зерне – от 200 до 500 млн. Для мышей и полевок смертельная доза бактерий содержится в 2-3 зернах препарата. Для крыс, сусликов, песчанок эти дозы выше в несколько раз, поэтому БАКТОРОДЕНЦИД наиболее эффективен против мышей и полевок. Препарат производится уже в готовом виде и не требует приманочного продукта, так как сам является хорошей приманкой и охотно поедается грызунами. Готовый препарат, упакованный в стерильную тару, можно хранить 6 месяцев, лучше при t = 1-10^{o}C. После вскрытия тары его необходимо израсходовать полностью (малейшее загрязнение посторонней микрофлорой приводит к резкому снижению его качества и эффективности).

БАКТОРОДЕНЦИД можно применять в любое время года. Низкие температуры не снижают качество препарата, а даже способствуют сохранению его чистоты и эффективности. Отсюда вытекает целесообразность использования препарата в осенне-зимний и ранне-весенний периоды в стациях-резерваторах грызунов (стогах, скирдах, лесополосах), о чем ранее было сказано. Применению бактороденцида, равно как и других средств, должно предшествовать обследование территорий, заселенных грызунами, и выявление основных мест их концентрации. Обследование может быть визуальным (по норам, колониям, ходам, повреждениям и т.д.), а еще лучше, если визуальное обследование будет подкреплено отловом и учетом грызунов.

На посевах сельскохозяйственных культур мышевидные грызуны многочисленны, как правило, в период вегетации, до следующей вспашки. После вспашки и разрушения нор, гнезд, запашки растительности грызуны вынуждены мигрировать в другие места, каковыми чаще всего являются посевы многолетних трав, лесополосы, стога, скирды, бросовые земли и другие защищенные стации переживания.

Следующей весной, с началом вегетации многие виды мышей и полевок вновь возвращаются на посевы. Исходя из этого, возникает логическая и технологическая целесообразность подавить их численность в местах концентрации, не допуская расселения на огромной площади посевов, где борьба потребует гораздо больших сил и средств.

Особое внимание должно быть уделено посевам многолетних трав, где мышевидные грызуны, особенно полевки, находят для себя очень благоприятные условия и интенсивно размножаются.

Пастбища для многих мышевидных (серые полевки, пеструшки, серые хомячки и др.) являются стабильными стациями обитания. Эти грызуны здесь нередко оказываются источником различных зоонозных инфекций, инвазий или служат промежуточными хозяевами многих экто- и эндопаразитов крупного рогатого скота и овец.

Борьбу с грызунами на посевах и пастбищах следует начинать ранней весной, когда лучше видны следы и другие признаки их обитания (норы, накопы, ходы и т.п.) Тем самым опережается их массовое размножение. БАКТОРОДЕНЦИД рассеивают по видимым колониям или закладывают в норы.

В стогах, скирдах, ометах бактороденцид применяют двумя способами:

1) В скирде делают неглубокие (10-20см) ниши в два ряда (в приземной части и на высоте 1,5м). Расстояние между нишами в ряду 1-1,5м. В ниши закладывают БАКТОРОДЕНЦИД, предварительно расфасованный в бумажные пакеты по 20-30г. Ниши с препаратом закрывают соломой, в противном случае он будет испорчен или склеван птицами.

2) БАКТОРОДЕНЦИД предварительно закладывают в дератизационные ящики (по 100-150г). Ящики с препаратом размещают в стоге, скирде опять-таки по нишам в таком же порядке, но с большим расстоянием между нишами (3-5м). Периодически проверяют поедаемость препарата в пакетах и ящиках, и по мере полного поедания обработку повторяют.

Таблица 3.1. Восприимчивость грызунов к бактериям Исаченко

Высоковосприимчивые	Слабовосприимчивые	Невосприимчивые
Мыши: Домовая *(Mus musculus)* Курганчиковая *(Mus musculus hortulanus)* Мышь малютка *(Micromys minutus)* Лесная мышь *(Apodemus silvaticus)* **Полевки:** Обыкновенная *(Microtus arvalis)* Общественная *(M. socialis)* Брандта *(M. Brandti)* Малоазийская кустарниковая *(M. majori)* Темная *(M. agrestis)* Стадная *(M. gregalis)* Рыжая лесная полевка *Clethrionomys glareolus)* Водяная полевка *(Arvicola terrestris)* **Степная пеструшка** *(Lagurus lagurus)* **Серый хомячок** *(Cricetulus migratorius)* **Обыкновенная слепушонка** *(Ellobius talpinus)*	**Крысы**: Серая *(Rattus norvegicus)* Черная *(R. rattus)* Туркестанская *(R. turkestanicus)* Индийская земляная *(Nesokia indica)* **Суслики** **Песчанки** **Тушканчики**	Полевая мышь *(Apodemus agrarius)* Желтогорлая мышь *(A. flavicollis)* Дагестанский хомяк *(Cricetus raddei)* Закавказский хомяк *(C. auratus)* Лесная соня *(Dyromys nitedula)*

Лесополосы, сады, питомники и лес обрабатывают БАКТОРОДЕНЦИДОМ путем предварительного (осеннего) создания долговременных очагов заражения в виде приманочных куч соломы, под которые раскладывают препарат. Частота размещения таких очагов (куч соломы) зависит от характера лесополосы, численности и распределения грызунов (примерное расстояние между кучами 25-30м). В течение зимы периодически осматривают приманочные кучи и по необходимости добавляют препарат. Можно обрабатывать осенью лесополосы путем раскладывания БАКТОРОДЕНЦИДА по норам, тропам грызунов, а также у основания пней и стволов деревьев, в густую траву, под кучи порубковых остатков хвороста порциями по 10г через 5-7м.

Недостатком этого приема является невозможность проверки поедаемости и повторной обработки из-за снежного покрова.

В садах и питомниках методы обработки те же, что и в лесополосах, но здесь обязательно тщательно обследуют не только сад, но и окружающую территорию, и при необходимости тоже обрабатывают.

В лесу мышевидные грызуны устраивают свои норы и ходы в густом подлеске и в листовой подстилке. Лесные стации по условиям обитания грызунов сравнительно стабильны, здесь грызуны находят благоприятные условия для обитания и размножения круглый год. Истребление грызунов в лесах, граничащих с сельскохозяйственными угодьями, следует считать обязательной мерой, так как эти стации служат источником распространения грызунов на поля, особенно в период их массового размножения. Обрабатывать лесные участки лучше поздней осенью, до выпадения снега.

БАКТОРОДЕНЦИД эффективнее применять концентрированно, то есть не рассеивая его, ибо в этом случае грызуны его не находят.

Рекомендуется два способа применения:

1) закладка в ниши, сделанные в лесной подстилке, с интервалом 10 - 20 м, при этом лучше препарат расфасовывать в бумажные пакеты по 10 г;

2) с помощью приманочных ящиков с отверстиями (для доступа грызунов), которые расставляются в густом подлеске или в нишах, сделанных в листовой подстилке.

Парники и теплицы.

Очень часто грызуны заселяют парники и теплицы, где находят для себя благоприятные условия и наносят особенно ощутимый вред, повреждая или уничтожая рассаду, молодые растения, семена, клубни. Истребление грызунов здесь необходимо начинать до набивки парников и теплиц и не ограничиваться только ими, а обследовать окружающую территорию и обработать ее. Особое внимание должно быть уделено зарослям бурьяна, кустарникам, стогам и кучам соломы и другим местам - убежищам, откуда грызуны делают набеги на парники и теплицы. Обработку БАКТОРОДЕНЦИДОМ проводят по норам, тропам или используют дератизационные ящики с препаратом (по 100-150 г), которые ставят в местах скопления грызунов. Ящики периодически осматривают и по мере поедаемости препарата его добавляют.

Овощехранилища, склады и другие помещения.

В этих объектах чаще обитают крысы и мыши. Гнездятся они, как правило, в подпольях, между стен и в других мало доступных местах, для выхода в помещение, прогрызая в полу или стене отверстия.

БАКТОРОДЕНЦИД раскладывают в местах обитания грызунов концентрировано (не рассеивая), лучше в бумажных пакетах или дератизационных ящиках. При полном поедании препарата раскладку повторяют.

Расход БАКТОРОДЕНЦИДА зависит от объекта обработки, видового состава и численности грызунов. Примерные нормы расхода представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Нормы расхода БАКТОРОДЕНЦИДА

Объекты обработки	Виды грызунов	Нормы расхода, г
Поля, сады, луга, пастбища, лесополосы, леса.	Мыши (домовая, лесная, малютка, курганчиковая).	1000-2000/га
Парники, теплицы, склады, овощехранилища и др. помещения.	Полевки (обыкновенная, темная, пашенная, общественная, Брандта и др.)	100-200/100м^2
Стога, скирды, ометы.	Пеструшки, Серый хомячок	10-30/м^3

В заключение следует отметить, что БАКТОРОДЕНЦИД – высокоэффективный, экологически безопасный биопрепарат, в настоящее время наиболее широко применяемый в нашей стране против мышевидных грызунов.

БИТОКСИБАЦИЛЛИН (БТБ)

БИТОКСИБАЦИЛЛИН создан во ВНИИСХМ на основе *Bac. thuringiensis var.thuringiensis* H_1, выделенной из насекомых в Крыму. В отличие от всех перечисленных (зарубежных и отечественных) биопрепаратов, БТБ содержит в себе три энтомоцидных компонента: споры, кристаллический эндотоксин и термостабильный экзотоксин. Такой состав препарата не только усиливает его энтомоцидный эффект, но, что очень важно, расширяет спектр его действия.

БТБ рекомендован для борьбы с насекомыми, относящимися к разным группам (отрядам, семействам и родам). Сфера его применения, нормы расхода препарата и кратности обработок представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Сфера применения БИТОКСИБАЦИЛЛИНА

Культуры	Вредные виды насекомых и клещей и наиболее восприимчивые фазы	Норма расхода порошка кг/га	Расход жидкой формы л/га	Кратность обработок
1	2	3	4	5
Овощные	Капустная совка *(Mamestra brassica)*, капустная белянка *(Pieris brassica)*, репная белянка *(Pieris rappae)*, капустная моль *(Hyponomeuta malinellus)*, огневки *(Pyralidae)*, гусеницы младших возрастов	1-2	10-20	Опрыскивание против каждого поколения с интервалом 7-8 дней
Картофель, томат, баклажан, перец	Колорадский жук *(Leptinotarsa decemlineata)*, личинки младших возрастов	2-5	20-30	Против каждого поколения с интервалом 6-8 дней
Плодовые	Яблонная моль *(Hyponomeuta malinellus)*, плодовая моль *(H. padella)*, боярышница *(Aporis crataegi)*, американская белая бабочка *(Hypantria cuniella)*, гусеницы младших возрастов	2-3	20-30	Против каждого поколения с интервалом 7-8 дней
Свекла сахарная, столовая, кормовая, люцерна, подсолнечник, морковь	Луговой мотылек *(Loxostege sticticalis)*, гусеницы младших возрастов	2	20	Против каждого поколения с интервалом 7-8 дней
Виноград	Гроздевая листовертка *(Polychrosis botrana)*, гусеницы младших возрастов	6-8	40-50	Против каждого поколения с интервалом 7-8 дней

1	2	3	4	5
Смородина, крыжовник	Листовертки *(Polychrosis)*, огневки *(Pyralidae)*, пяденицы *(Alraxos)*, пилильщики *(Pteronida ribesii)*, паутинный клещ *(Tetranichus urticae)*	5	30	Против каждого поколения с интервалом 7-8 дней Против клеща многократно, с интервалом 15-17 дней
Хмель	Хмелевая тля *(Doralis)*, совки, луговой мотылек, личинки и гусеницы младших возрастов	2-4	30	Против каждого поколения с интервалом 7-8 дней
Люцерна	Люцерновый клоп *(Adelphocoris lineolatus)*, совка *(Chloridea dipsacea)*, пяденицы, личинки и гусеницы младших возрастов	2,5-5	20-40	Интервал 10 дней
Лекарственные растения (шалфей, бессмертник, мачек)	Совки (озимая, гамма), луговой мотылек, репейница, листоеды, гусеницы и личинки младших возрастов	2-3	20-30	Против каждого поколения с интервалом 7-8 дней
Декоративные (роза, ромашка, ноготки, желтушница, шиповник)	Пяденицы, листовертки, совки, моли, луговой мотылек, гусеницы младших возрастов	3	30	1-2 обработки
Лесные породы (дуб, береза и др.)	Златогузка *(Nygmia phalorihoca)*, пяденица *(Operophtera)*, непарный шелкопряд *(Portetria dispar)*, кольчатый шелкопряд *(Malacasoma neustria)*, лунка серебристая *(Phalera bucephala)*, сосновый шелкопряд и др., гусеницы младших возрастов	1-2,5	10-25	Одна обработка

1	2	3	4	5
Защищенный грунт	Паутинный клещ *(Tetranichus urticae)*	15-20	100-150	Многократное опрыскивание с интервалом 15-17 дней
Складские помещения (незагруженные)	Вредители запасов	6г/м^2	60мл/м^2	Обрабатывать с интервалом 10 дней

Из данных таблицы 3.3. следует, что спектр энтомоцидного действия БТБ очень широк. Следует подчеркнуть ряд особенностей, присущих этому препарату. Прежде всего, БТБ обладает антифидантным действием, на обработанных растениях насекомые прекращают питаться. Препарат ингибирует их питание. Насекомые, получившие летальную дозу препарата, через 3-7 дней гибнут. У особей, получивших сублетальные дозы БТБ, он вызывает нарушение метаморфоза и тератогенный эффект, вызывая уродства. Такие насекомые в большинстве своем обречены. У выживших особей нарушаются репродукционные процессы. Самки таких насекомых откладывают значительно меньше яиц, из последних часто вылупляются личинки или гусеницы с тератогенезом.

Эти специфические особенности действия БТБ на насекомых наглядно иллюстрируются в таблицах 3.4., 3.5., 3.6., 3.7.

Таблица 3.4. Антифидантная активность БТБ и его компонента-экзотоксина в отношении личинок II-го возраста колорадского жука (полевой опыт)

Препарат	Содержание в рабочей жидкости, %	Повреждение растений, % к контролю	Вес 100 личинок по отношению к контролю на 7-е сутки	Гибель личинок через 15 сут., %
БТБ	0,5	0	30	93
Экзотоксин	1,0	0	32	60
- « -	0,1	37,5	63	17
Контроль		100	100	0

Аналогичные опыты были приведены с имаго-жука в садах. Учитывая, что имаго более резистентны к БТБ и экзотоксину, обработку растений производили 2% БТБ и 2% экзотоксином. Учеты, проведенные через 25-30 суток, показали снижение весовой массы всех обработанных жуков по сравнению с контрольными: от БТБ – на 30%, от экзотоксина на – 21%.

Следовательно, БТБ и его компонент экзотоксин ингибируют питание у взрослых жуков.

Таблица 3.5. Влияние БТБ и экзотоксина на развитие гусениц непарного шелкопряда (в каждом опыте по 100 гусениц)

Концентрация препаратов, %	Погибло гусениц через 14 сут., %	Вылетело бабочек, %	Число самок, отложивших яйца, %	Среднее число яиц в кладке, шт.
БТБ				
0,001	43	52	25	309
0,01	73	12	0	-
0,1	98	0	-	-
ЭКЗОТОКСИН				
1,0	23	37	5	335
10,0	31	12	0	-
КОНТРОЛЬ				
	5	92	46	375

Таблица 3.6. Развитие и репродуктивность капустной совки при инфицировании гусениц II и III возрастов экзотоксином

Концентрация экзотоксина в раб. жидк., %	Погибло гусениц и куколок, %	Отложено яиц на одну самку		Отродилось гусениц, %
		Всего штук	% к контролю	
II-возраст				
0,1	66	445	62,5	
1,0	67	141	19,5	
10,0	76	125	17,6	
контроль	20	712	100	
III-возраст				
0,1	85	340	45,7	71,2
1,0	90	205	28,1	0
10,0	100	0	-	-
контроль	20	744	100	97,4

Таблица 3.7. Влияние сублетальных доз БТБ на плодовитость колорадского жука (лабораторный опыт)

Конц. БТБ в рабочей жидкости	Количество яиц, отложенных отдельными самками						Среднее на одну самку	Снижение плодовитости, % к контролю
	1	2	3	4	5	Всего		
0,5	321	85	0	0	31	437	87,4	67,8
2,0	0	0	231	0	0	231	46,2	82,9
Контроль	457	147	245	184	322	1355	271	-

Из приведенных в таблицах 3.4., 3.5., 3.6., 3.7. данных следует, что действие БТБ на насекомых разностороннее. Следовательно, при оценке эффективности этого препарата нельзя ограничиваться только учетом гибели личинок или гусениц. Оценивать БТБ необходимо по суммарному защитному эффекту. Таким суммарным эффектом является урожайность защищаемой культуры. В качестве подтверждения приведем данные, полученные в Белоруссии (табл. 3.8.).

Таблица 3.8. Эффективность применения БТБ для борьбы с вредителями капусты

Кратность обработки БТБ	Норма расхода препарата, кг/га	Техническая эффект. по видам				Дефолиация, %	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, %	Выход стандартной продукции, %	Увеличение доли станд. кочанов, %	Доля кочанов, повреж. гусеницами., %
		Репная белянка	Капустная совка	Капустная белянка	Совка гамма						
Однократн.	2,5	70,8	93,0	61,0	83.0	11,8	697,2	18,6	97,0	10,9	5,0
Двукратн.	2,5+2,5	71,2	97,7	74,5	86,2	6,2	744,5	26,7	97,9	11,8	0
Хлорофос (эталон) однократн.	1,2	81,3	96,3	76,0	75,6	11,5	735,7	25,2	97,9	11,6	10,0

Из данной таблицы следует, что БТБ - высоко эффективный биопрепарат для защиты капусты от насекомых вредителей. Он не только не уступает такому мощному инсектициду как хлорофос, но по некоторым параметрам превосходит его, не считая огромного экологического превосходства.

Подобных данных можно было бы привести множество и по самым разным регионам, где этот препарат широко применяется.

По токсикологической характеристике БИТОКСИБАЦИЛЛИН отнесен к IV классу опасности, то есть к самому низшему классу, что означает его практическую безопасность для полезных животных и человека ($ЛД_{50}$ для

крыс 9 г/кг). В применяемых дозах БТБ безопасен для имаго энтомофагов и пчел, в больших дозах токсичен для тутового шелкопряда, трихограммы, криптолемуса, периллюса.

Подводя итоги раздела по БТБ, необходимо подчеркнуть, что при использовании этого препарата, равно как и всех других биоинсектицидов, обязательным условием эффективного применения должен быть учет особенностей биопрепарата и механизма его действия.

Применению препарата должно предшествовать обследование посевов и наблюдение за первым появлением листогрызущих фаз вредителей. Препарат наиболее эффективен против младших возрастов личинок и гусениц. Целесообразна обработка растений с кладками яиц насекомых, так как личинки или гусеницы, отрождаясь и прогрызая хорион обработанного яйца, получают достаточную дозу препарата для летального исхода. Не рекомендуется применять препарат во время дождя. Если после обработки прошел дождь, ее надо повторить. Существенное значение имеет технология опрыскивания растений. Во-первых, желательно, чтобы препарат покрыл обе стороны листьев, так как многие насекомые откладывают яйца на нижнюю сторону листа и отродившиеся личинки или гусеницы здесь же начинают питаться. Во-вторых, наконечники опрыскивателей должны обеспечить тонкий распыл рабочей жидкости, ибо густой распыл и сильная струя ведут к большим потерям (скатыванию жидкости с листьев на почву). С другой стороны, чрезмерно тонкий распыл тоже не рационален, так как очень мелкие капли быстро испаряются и малейшее движение воздуха сносит их и препарат мимо растений. Оптимальный размер капель рабочей жидкости 50 мкм. Установлена зависимость нормы расхода препарата от величины капель рабочей жидкости. Так, для равномерного распределения на 1 га капель размером 20 мкм понадобится 42 литра рабочей жидкости, при 40 мкм – 336 мкм, при 60 мкм – 1136 мкм, при 80 мкм – 2700 и т.д.

В некоторых статьях и даже рекомендациях указывается, что биопрепараты нельзя применять при температуре ниже 18^{o}С. При этом, как правило, нет объяснения причин запрета. Что касается БТБ, то температурный фактор здесь не может влиять отрицательно, так как экзотоксин, содержащийся в препарате, действует на насекомых при любых температурах.

БАКТОКУЛИЦИД

Комары и мошки, нападая на людей и сельскохозяйственных животных, не только изнуряют их, но, что особенно опасно, они часто выступают в роли источников или переносчиков самых различных инфекционных и инвазионных заболеваний (малярии, туляремии, лихорадки Денге, желтой лихорадки, таежного энцефалита, лихорадки КУ и анаплазмоза крупного рогатого скота, филляриоза и др.). До недавнего времени для борьбы с этими вредителями широко применяли различные химические средства, так называемые ларвициды, подавляющие численность личинок в водоемах. Но, как оказалось, такой прием вызывал массу нежелательных последствий, а именно: гибель рыбы, водоплавающих птиц, лягушек и других гидробионтов, сочленов водоемов. Такая обработка водоемов приводит также к непригодности их для купания, водопоя, водоснабжения. При неоднократном использовании того или иного химического ларвицида у комаров и мошек формируется популяционная резистентность к нему. Во многих странах химические пестициды для обработки водоемов запрещены.

Ученые всего мира стремились найти альтернативные средства борьбы с личинками комаров и мошек. В 70-х годах прошлого столетия в Израиле был выделен из организма личинок комаров микроб, оказавшийся патогенным для личинок комаров и мошек. С тех пор начались интенсивные исследования по созданию микробных препаратов ларвицидного действия. Во ВНИИСХМ на основе бактерии *Bac. thuringiensis var. israilensis* H_{14} была разработана технология производства препарата, названного БАКТОКУЛИЦИДОМ. Препарат оказался высоко эффективным в подавлении численности личинок комаров и мошек во всех типах водоемов.

Предложено две формы Бактокулицида: порошковая и жидкая. Для обработки 100 $м^2$ водоема и получения высокого эффекта требуется: порошковой формы 15 - 30г (1,5 – 3 кг/га), жидкой 50 - 100мл (5 – 10 л/га).

БАКТОКУЛИЦИД при высокой эффективности абсолютно безопасен для других гидробионтов, в том числе для рыб, а также для теплокровных, птиц и человека. Он рекомендован для борьбы с личинками комаров во всех водоемах в том числе рыбохозяйственных. Наиболее чувствительны к БАКТОКУЛИЦИДУ личинки комаров родов *Culex, Aedes*, менее чувствительны личинки рода *Anopheles*. Если для полного подавления первых требуется 1,5 – 2 кг/га препарата на водной поверхности, то для *Anopheles* – 3 кг/га (табл. 3.9.).

Таблица 3.9. Эффективная доза жидкой формы Бактокулицида для личинок разных родов комаров

Род комаров	Доза, обеспечивающая 94% гибели личинок	
	мл/$м^2$	л/га
Culex	0,5	5,0
Aedes	0,75	7,5
Anopheles	1,0	10,0

Применяется БАКТОКУЛИЦИД методом опрыскивания водоемов. Для этого предварительно готовится рабочая жидкость путем растворения порошка или разведения жидкой формы с таким расчетом, чтобы в водоем попала требуемая норма препарата на единицу площади. Обработку осуществляют вручную, с использованием любой опрыскивающей аппаратуры или путем авиаобработки. Сроки обработок определяются энтомологическими показаниями: необходимо применять препарат в период преобладания личинок младших возрастов как наиболее чувствительных к биолярвициду.

Эффективность БАКТОКУЛИЦИДА испытана очень широко в разных регионах бывшего Союза и в самых различных типах водоемов, в том числе в подвалах жилых домов и других помещений.

Он прошел испытание на Украине, в Средней Азии, Чехословакии, Индии, Шри-Ланка, Вьетнаме, на Кубе, где получил высокую оценку.

Испытание эффективности осуществлялось против разных видов комаров и в различных водоемах, и везде были получены хорошие результаты (табл. 3.10., 3.11., 3.12.). Его эффективность не уступала, а в ряде случаев превосходила зарубежные аналоги.

Таблица 3.10. Первичное испытание эффективности БАКТОКУЛИЦИДА

Район испытания	Характеристика водоемов	Доминирующ. род комаров	Площадь водоемов, га	Доза препарата, кг/га	Численность личинок на 1м^2 до обработки	Гибель личинок, %	
						через 2 дня	через 3 дня
Ленинградская обл.	Временные воронки, Сильно заросшие пруды, Лужи в подвалах	*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*	19,2	0,25-0,5 1,0-1,5 0,25-1,0	730-3200 150-750 400-900	94,9 92,0 99,0	100 99,8 100
Киев, Киевская обл.	Лужи, Заросшие пруды, Озера, Лужи в подвалах	*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*,*Anopheles*, *Culex*	14,75	2,5-5,0 5,0 1,0-3,0 1,0	37 10 8-11 50	100 100 70 100	100
Николаевская обл.	Заболоченность, Сточный канал, Лужи в подвалах,	*Culex*,*Anopheles*, *Culex*,*Culiseta*, *Culex*	4,6	1,0 5,0 0,3-1,0	125 178 60-200	96,6 100 99,9	98,5 100
Сырдарьинская обл.	Временные заросшие водоемы	*Aedes*, *Culex*	0,8	2,0	1628	100	
Донецкая обл.	Пруды и заболоченные участки	*Anopheles*, *Aedes*	5,8	0,5	230	95,0	98,6
Москва	Подвальные водоемы	*Culex*	0,13	1,5-3,0	2000	99,0	100

Таблица 3.11. Эффективность БАКТОКУЛИЦИДА против личинок комаров при обработке водоемов различного типа (сводные данные).

Тип и кол-во обработок водоемов	Общ. площадь га.	Доминир. виды комаров	Средняя численность личинок и куколок на кв.м.								Смертность личинок (%) через:		
			до обработки		после обработки препаратом через:								
					24 часа		48 часов		72 часа				
			личинок.	куколок	личинок	куколок	личинок	куколок	личинок	куколок	24ч	48ч	72ч
Ямы-15	6,32	*A. flavescens, A. communis, A .punctor*	565	92	70	73	23	80	0	80	86,3	96,0	100
Воронки-19	3,61	*A. communis, A. punctor, A. flavescens*	846	634	64	344	30	224	0	190	92,5	96,5	100
Лужи-9	0,89	*A. caspius Dorsalis, A. communis*	845	637	47	440	15	695	0	85	94,5	98,1	100
Канавы-2	8,71	*A. communis, A .flavescens*	507	797	41	642	5	415	-	-	92,0	99,1	-
Траншеи-3	1,59	*A. cataphilla*	620	45	48	92	14	42	0	10	92,4	97,8	100
Заболоченные участки-7	4,86	*A.punctor, A. excrucians*	2180	540	77	185	28	162	0	160	96,5	98,7	100
Пруды-59	26,13	*Anopheles maculipennis*	535	3	22	3	10	2	3	0	95,9	98,1	99,5
Водоемы закр. типа	13,5	*Culex pipiens molestus*	7892	457	1442	286	790	152	237	98	82,0	90,0	97,0

Таблица 3.12. Эффективность жидкой формы БАКТОКУЛИЦИДА в подвалах жилых домов (соотношение личинок Culex pipiens molestus по возрастам в %: 1 - 12,5; 2 - 78,4; 3 - 9,1).

Доза препарата		Обработанная площадь, $м^2$	Среднее кол-во личинок на $м^2$ до обработки	Гибель через 72 часа, %
$мл/м^2$	л/га (расчетная)			
0,25	2,5	8,0	820	90,2
0,5	5,0	5,0	580	95,9
0,75	7,5	10,0	640	98,6
1,0	10,0	5,5	760	100,0
1,5	15,0	4,8	1100	99,4
Контроль		6,4	490	Увеличение популяции в 1,4 раза

При изучении спектра действия было установлено, что БАКТОКУЛИЦИД может быть с успехом использован в подавлении численности рисовых комариков и предотвращении их вредоносности на культуре риса.

В 1988г. в совхозе «Пятиозерный» Красноперекопского района Крымской области БАКТОКУЛИЦИД был применен на рисовых чеках с нормой расхода 2 - 2,5 кг/га. Обработку проводили с помощью специального самолета АН-2. Учеты показали, что обработка позволила снизить численность комарика на 81,4 %, то есть до безвредного уровня.

В последнее время в нашей стране усиленно развивается производство съедобных грибов - шампиньонов и вешенки. Во ВНИИСХМ получены данные, что БАКТОКУЛИЦИД может быть с успехом использован для борьбы с шампиньонным комариком при производстве этих грибов.

Тем самым, БАКТОКУЛИЦИД применим и высокоэффективен не только против кровососущих комаров и мошек, но также и против опасных вредителей растений.

БАЦИКОЛ

Новый бактериальный препарат, аналогично БТБ и БАКТОКУЛИЦИДУ, создан во ВНИИСХМ на основе *Bac. thuringiensis* H_{10} *(darmstadiensis).* Отличается этот препарат от всех подобных своим назначением. Он оказался высокоэффективным для борьбы, в основном, с жесткокрылыми насекомыми - вредителями с.х. культур (колорадский жук, долгоносики, крестоцветные блошки, рапсовый цветоед, пьявица, хлебная блошка, восточный горчичный листоед). Выявлены его фунгицидные свойства: он активно подавляет фитопатогенные грибы, такие как возбудители серой гнили *(Botritis cinerea)*, корневой гнили *(Helmintosporium sativum)*, фузариозного увядания *(Fusarium oxysporum)* и др. Изучение спектра антифунгального действия БАЦИКОЛА, а также биопрепаратов на основе других разновидностей *Bac. thuringiensis* продолжается.

В экспериментах по применению БАЦИКОЛА на землянике выявлено его комплексное, одновременное действие на землянично-малинного долгоносика и на фитопатогенов - возбудителей серой гнили (табл. 3.13).

Таблица 3.13. Эффективность жидкой формы БАЦИКОЛА на землянике.

Расчетная доза, л/га	Поражение земляники, %			
	земляничено-малинным долгоносиком		серой гнилью	
	По дням учета			
	10	20	10	20
60	4,5	7,2	0	1,7
30	6,1	9,7	0	2,0
15	6,8	10,1	0,2	3,5
7,5	8,8	15,0	1,1	11,3
4	14,7	17,6	1,6	19,2
Контроль (без обработки)	17,1	25,1	1,6	37,1

Установлено, что препарат действует на возбудителя серой гнили даже сильнее, чем на долгоносика. Изучение действия БАЦИКОЛА на колорадского жука показало, что его эффективность примерно равна таковой БТБ (табл. 3.14., 3.15.).

Таблица 3.14. Производственная эффективность БАЦИКОЛА и БТБ в борьбе с колорадским жуком в Северной Осетии-Алании.

Сорт картофеля	Вариант опыта	Гибель жука, %			Урожай, ц/га	Прибавка к контролю, %
		имаго	личинок по возрастам			
			младших	старших		
Адретта	Бацикол 2 кг/га	54	84	96	278	15
	БТБ 2 кг/га	84	87	76	286	18
	Децис 0,1 л/га	84	97	79	265	10
	Контроль	-	-	-	241	-
Волжанин	Бацикол 2 кг/га	56	96	93	279	5
	БТБ 2 кг/га	66	98	73	296	11
	Децис 0,1 л/га	59	98	82	273	3
	Контроль	-	-	-	265	-
Владикав-казский	Бацикол 2 кг/га	39	99	91	314	20
	БТБ 2 кг/га	66	99	64	319	22
	Децис 0,1 л/га	61	99	77	279	13
	Контроль	-	-	-	-	-

Таблица 3.15. Эффективность БАЦИКОЛА и БТБ против личинок колорадского жука на картофеле (г. Тирасполь)

Вариант опыта	Технич. эффект. на 10-е сутки, %
Бацикол 0,4%	92,8
БТБ 0,4 %	90,1
Маврик 2е 0,02%	71,8
Контроль	Увеличение численности

Таким образом, БАЦИКОЛ, наряду с БТБ, может быть с успехом использован в защите картофеля и других пасленовых культур от колорадского жука.

Очень хорошие результаты получены при полевом испытании эффективности БАЦИКОЛА против горчичного листоеда, крестоцветных блошек, причиняющих существенный вред посевам горчицы. Эти испытания проведены в Волгоградской области с использованием жидкой и порошковой форм БАЦИКОЛА (табл. 3.16., 3.17.).

Таблица 3.16. Эффективность БАЦИКОЛА в сравнении с инсектицидами против горчичного листоеда

Вариант	Норма расхода, л/га, кг/га	Численность личинок, экз. /0,06 кв.м					Снижение численности личинок, % к контролю по дням учета после обработки			
		До обра-ботки	По дням учета после обработки							
		0	3	7	14	21	3	7	14	21
Бацикол жидк.форма	15л/га	21,5	7,14	0,9	0,02	0	82,8	97,4	-	-
Бацикол сух.порош.	1,5кг/га 3,0кг/га	13,4 38,1	6,35 13,14	0,39 0,67	0,01 0	0 0	75,3 82,0	98,2 98,1	98,7 100	- -
Маврик	0,2кг/га	22,6	2,43	1,13	0,32	2,95	94,4	96,9	97,4	82,5
Фастак	0,15кг/га	25,2	3,19	1,38	0,23	2,42	93,4	96,6	98,3	87,1
Контроль (вода)	-	18,5	36,2	30,4	10,2	14,7	-	-	-	-

Таблица 3.17**.** Эффективность БАЦИКОЛА и химических инсектицидов против крестоцветных блошек (Полевой опыт, Волгоград, Городищенская сортосеменоводческая станция).

Вариант	Норма расхода, л/га, кг/га	Численность жуков (экз./кв.м)			Снижен. численности жуков в % к контролю по дням учета	
		До обработки	После обработки по дням учета		3	7
			3	7		
Бацикол, жидкая форма	10л/га 15л/га 30л/га	11,8 16,6 19,0	2,18 2,85 1,74	0,74 0,73 0,38	80,4 81,8 90,1	92,9 95,0 97,7
Бацикол, сухой порошок	1,5кг/га 3,0кг/га 4,0кг/га	13,5 15,1 19,2	2,69 1,88 2,36	0,97 0,77 0,69	78,9 86,8 87,0	91,8 94,2 95,9
Каратэ	0,15кг/га	20,2	1,47	0,71	92,3	96,0
Бацикол + каратэ	6 + 0,075л/га 6 + 0,015л/га	18,7 10,1	0,78 1,9	0,16 1,07	95,6 80,1	99,0 88,0
Контроль	-	12,5	11,8	11,0	-	-

Наряду с действием на жесткокрылых, отмечено явление снижения численности крестоцветных клопов на участках, обработанных БАЦИКОЛОМ. Эффективность от применения жидкой формы препарата с нормой расхода 15л/га составила 77%. Этот показатель ниже, чем эффективность БАЦИКОЛА против жесткокрылых, но данные результаты, несомненно, имеют определенную технологическую перспективу, в особенности в условиях одновременного присутствия на крестоцветных культурах вредителей из разных систематических групп.

Из данных опытов следует, что уровень эффективности БАЦИКОЛА не уступает показателям химических инсектицидов (маврик, базудин, фастак, каратэ). Лишь в опытах с крестоцветными клопами показатели эффективности инсектицида – маврика были выше таковой БАЦИКОЛА.

В заключение следует отметить, что БАЦИКОЛ, подобно БТБ обладает антифидантным эффектом, что наблюдалось неоднократно. Тератогенного и дерепродукционного действия этого препарата на насекомых не наблюдалось. По аналогии с БТБ, можно с некоторой долей уверенности предположить, что наличие в БАЦИКОЛЕ экзотоксина, сходного (по действию на мух) с экзотоксином БТБ, должно вызывать подобные эффекты.

Отличительной особенностью БАЦИКОЛА по сравнению с аналогами биопрепаратов группы тюрингиензис является его эффективное действие на жесткокрылых насекомых, в том числе на имаго, а также его фунгицидный

эффект в отношении некоторых фитопатогенов. Механизм и особенность его действия подлежит исследованиям.

Способ применения БАЦИКОЛА аналогичен таковому для БИТОКСИБАЦИЛЛИНА. Оба биопрепарата являются близкими аналогами по действию на колорадского жука. Применение БАЦИКОЛА против данного вредителя целесообразно соотносить с составом популяции колорадского жука. Обработку необходимо проводить в период преобладания личинок младших возрастов (это же относится и к восточному горчичному листоеду). Против крестоцветных блошек БАЦИКОЛ необходимо применять профилактически, при первом появлении вредителя на крестоцветных культурах. В защите земляники от долгоносика необходимо применять БАЦИКОЛ в период выдвижения соцветий для профилактики повреждения бутонов.

АКТИНИН

Новый оригинальный инсекто-акарицидный биопрепарат, созданный на основе актиномицета. Первоначально был получен препарат в виде порошка мицелия, обладавший инсектицидными и акарицидными свойствами и предназначенный для борьбы с колорадским жуком. Затем из порошка мицелия были экстрагированы эндометаболиты, оказавшиеся ответственными за инсектицидный и акарицидный эффект. В результате получено несколько форм АКТИНИНА: жидкая, порошок, АКТИНИН-Л (липидная фракция) и АКТИНИН-М (макротетролидная фракция). Метаболитные формы оказались высоко акарицидными для паутинного клеща.

Основным достоинством АКТИНИНА и его метаболитных форм является не только их высокая эффективность, но и селективность действия. АКТИНИН, особенно его метаболитные формы (АКТИНИН-Л и –М), оказался эффективным не только против насекомых, но и для клещей, в том числе и для паутинных клещей, которые причиняют серьезный вред растениеводству, особенно в закрытом грунте.

АКТИНИН и его производные полностью отвечают экологическим требованиям, они практически безопасны для теплокровных и других полезных животных, не фитотоксичны. На основе токсикологических исследований они отнесены к 4-му классу опасности. АКТИНИНЫ не имеют аналогов ни в нашей стране, ни за рубежом.

Сходные препараты группы авермектинов производятся на другом микроорганизме (*Str. avermitilis*). Авермектины по эффективности сходны с метаболитными формами АКТИНИНА, но значительно уступают последнему по токсикологической характеристике.

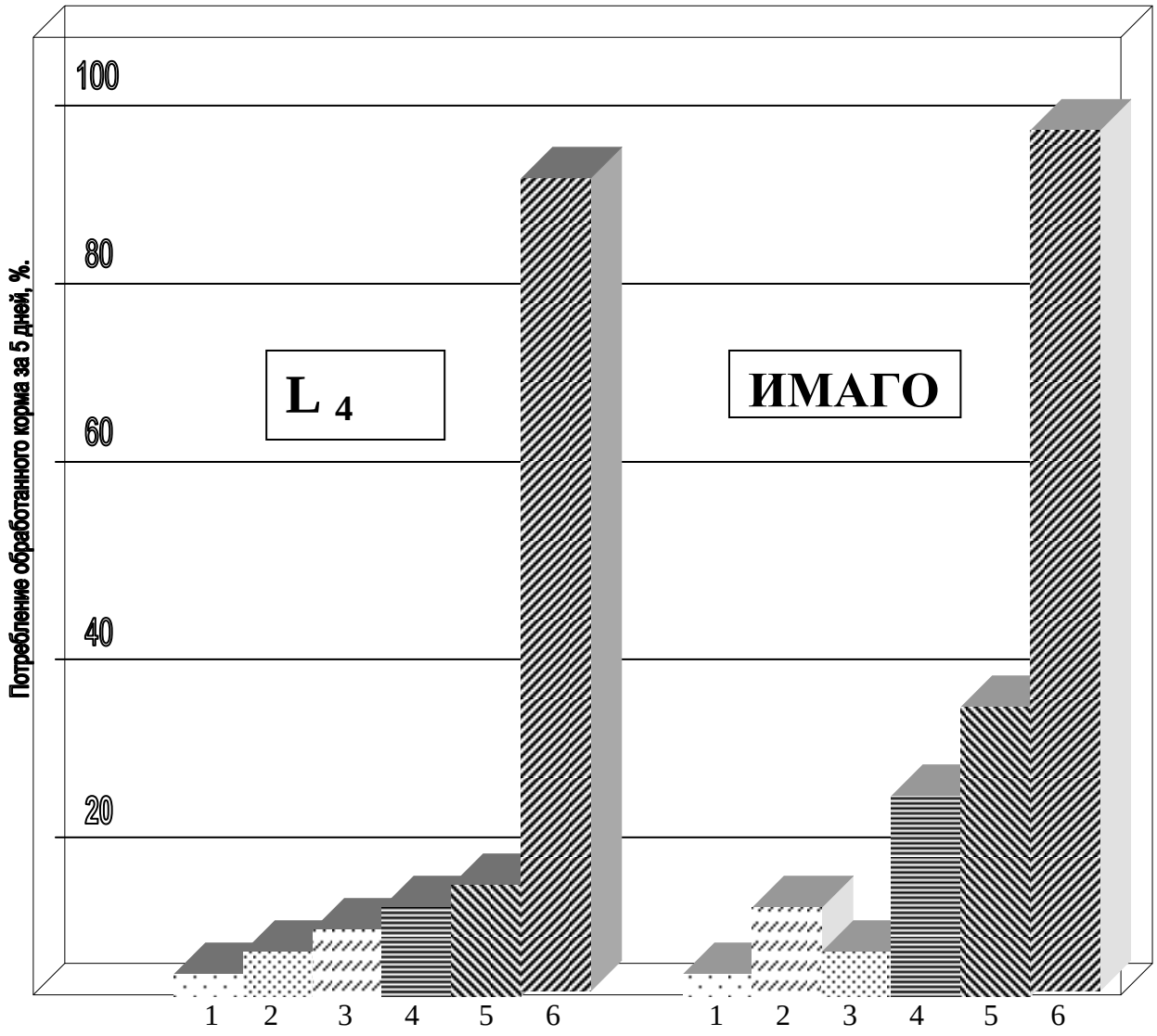
АКТИНИНЫ (как БТБ и бацикол) обладают антифидантным действием на насекомых. Обработка АКТИНИНОМ листьев картофеля или других пасленовых ингибирует питание колорадского жука и впоследствии вызывает его гибель **(**рис. 3.1**).**

Основным достоинством АКТИНИНА-Л и АКТИНИНА-М, отличающим их от других акарицидов, является их высокая эффективность. Для подавления численности паутинных клещей в закрытом грунте требуется всего лишь 50 г/га АКТИНИНА-М и 100 г/га АКТИНИНА-Л. В открытом грунте (на хлопчатнике, чайных плантациях, плодовых и ягодных культурах, в т.ч. винограде) дозы применения еще меньше. На имаго паутинных клещей АКТИНИН-Л и АКТИНИН-М действуют в ничтожно малой концентрации в рабочей жидкости (0,003 и 0,0013 % соответственно), вызывая гибель в течение 2-3 дней **(**табл. 3.18., 3.19.).

Изучение показало, что к АКТИНИНУ восприимчив ряд других насекомых и клещей. В полевых и производственных опытах было установлено, что АКТИНИН может быть с успехом использован и для защиты картофеля, овощных и ягодных культур не только от паутинного клеща, но и от таких вредителей как колорадский жук, морковная листоблошка, почковый клещ, некоторые виды тлей и др. (табл. 3.20., 3.21., 3.22., 3.23., 3.24.).

Оказалось, что разные виды насекомых и клещей неодинаково восприимчивы к АКТИНИНУ и его производным. Это еще раз подтверждает вывод о селективности (избирательности) действия этих препаратов. Для полной характеристики АКТИНИНОВ необходимы дальнейшие исследования спектра энтомоакарицидного действия и его механизма.

Если учесть тот факт, что АКТИНИНЫ относятся к препаратам контактного действия на клещей и насекомых (они токсичны для видов с сосущим ротовым аппаратом), можно предположить, что этот препарат найдет широкое применение против вредных видов, для которых другие биопрепараты не эффективны.



Концентрация АКТИНИНА-Л в растворе:
1 - 10 мг/мл; 2 - 2 мг/мл; 3 - 1 мг/мл; 4 - 0,5 мг/мл; 5 - 0,2 мг/мл; 6 - контроль

Рис. 3.1. Антифидантное действие АКТИНИНА – Л на колорадского жука.

Таблица 3.18. Эффективность АКТИНИНА-Л и АКТИНИНА-М против паутинного клеща на томатах в закрытом грунте (АО «Лето»)

Препарат	Кон-ция в рабочей жидкости, %	Доза г/га расчетная	Среднее кол-во клещей на один лист	Снижение численности клещей по дням учета, %		
				3	7	14
Актинин-Л	0,0038 0,0078	117,0 234,0	122 164	86,3 94,0	72,0 89,2	96,3 98,5
Актинин-М	0,0017 0,0035	52,5 105,0	113 127	95,4 97,4	90,0 95,0	98,3 100

Таблица 3.19. Сравнительная эффективность АКТИНИНА-М и других акарицидных препаратов против паутинного клеща в теплицах

Препарат	Доза, кг/га	Культура	Гибель, %
Актинин-М	0,052	Томат	98,0
Микоафидин	15,0	- « -	82,0
БТБ	20,0	Огурец	91,0
Актеллик 50%	3.0	- « -	89,0

Таблица 3.20. Токсичность разных форм АКТИНИНА для предимагинальных фаз колорадского жука

Формы АКТИНИНА	СК-50 для:			
	яиц	L_2	L_3	L_4
Жидкая	4,0	17,8	42,7	64,6
Мицелий	0,288	0,562	1,0	1,74
Актинин-Л, 10 % суспенз.	0,003	0,15	0,31	0,4
Хлорофос, 80 % техн.	0,0283	0,0631	0,0891	0,107
Фазолон, 35 % к.э.	0,0126	0,0145	0,0255	0,0677

Таблица 3.21. Эффективность АКТИНИНА против паутинного клеща на огурцах в закрытом грунте

Исполнитель	Препарат	Конц., %	Расход раб. жид., л/м^2	Площадь обработ., м^2	Гибель паутинного клеща по дням учета, %			
					3	5	7	10
Совхоз «Алмаатинский» Казахстан	Актинин, с.п. Кельтан	0,5 1,0 0,25	30/100 - -	1363 1362 7276	70,0 97,0 60,0	89,0 98,5 85,3	- - -	- - -
Совхоз «Кировец» Новосибирской обл.	Актинин, с.п. Двукрат.обраб. через 3 дня	0,5 1,0	30/100 -		43,0 53,0	100 100	- -	- -
Белорусский НИИЗР	Актинин, с.п.	0,04 0,2 0,5 1,0 1,5	30/100 - - - -	50 - - - -	85,0 100 98,3 100 100	97,1 100 100 100 100	90,6 92,4 100 100 85,1	96,1 96,5 96,1 100 100

Таблица 3.22. Эффективность АКТИНИНА-Л и –М против паутинного клеща на огурцах (А.О. «Федоровское»)

№ теплицы	Препарат	Концен-трация, %	Норма расхода преп., г/га	Средняя числен. клещей на 1 лист	Эффективность по дням учета, %	
					3	7
1	Актинин-М	0,002	60	968	79,2	82,6
2	Актинин-Л	0,003	90	295	76,6	76,4
3	Актинин-Л	0,003	90	267	72,0	65,2
4	Актинин-Л	0,006	180	611	75,0	79,2
8	Кельтан 18 % к.э.	0,1	540	636	78,9	84,5

Таблица 3.23. Акарицидная активность БТБ и АКТИНИНА на смородине и малине (Новосибирская обл., полевой опыт)

Препарат	Норма расхода	% снижения числен. обыкн. паутин. клеща на 10-й день учета	
		Смородина	Малина
БТБ	6 кг/га	100	100
Актинин жидкий	1:2	97,3	96,4
Контроль	-	+63,7	+56,8

(+) - увеличение численности.

Таблица 3.24. Энтомоцидное действие АКТИНИНА-Л на морковную листоблошку (полевой опыт, 1999г.).

Доза, кг/га	Эффективность, % к контролю (на день учета)			
	7		10	
	яйца	личинки	яйца	личинки
0,2	59,4	85,5	77,3	100
0,05	53,9	85,5	66,4	99,2
0,013	35,0	61,8	72,9	80,9
0,003	29,8	49,0	41,4	83,6
0,0008	18,0	30,0	19,7	29,0

С учетом специфики действия различных форм АКТИНИНА на вредителей и низких норм расхода препарата ожидается высокая

экономическая и экологическая эффективность его применения, в особенности в условиях защищенного грунта, где АКТИНИН выступает в качестве экологически безопасной и эффективной альтернативы химических акарицидов.

Заключение

Из представленного материала по характеристике биопрепаратов фитозащитного назначения, созданных в нашем институте, следует, что с помощью изученных биопрепаратов можно эффективно и экологически безопасно защитить многие сельскохозяйственные культуры от разных видов вредных грызунов, насекомых и клещей.

Экономическая эффективность, как известно, зависит от многих параметров, а именно:

1) стоимости используемого средства;
2) дозы его применения;
3) технологии применения;
4) технической эффективности;
5) стоимости дополнительно полученной (защищенной) продукции;
6) качества полученной продукции;
7) общих затрат на защиту и уборку урожая.

Стоимость биопрепаратов также как и пестицидов неодинакова. Даже отдельные формы одного и того же биопрепарата по стоимости различаются между собой. Кроме того, известно, что себестоимость любой продукции зависит от технологии и объемов производства. Чем больше объемы и чем совершеннее технология производства, тем меньше затрат на единицу продукции.

Затраты на технологию применения средств защиты зависят от механизации и автоматизации процесса (наземное, авиационное применение, совершенство машин, аппаратуры, затраты человеческого труда и т.д.).

Техническая эффективность средств защиты влияет на затраты через объемы снижения потерь. Эффективность должна обеспечить снижение численности вредителя до безопасного уровня, то есть численность вредителя должна быть ниже порога его вредоносности.

Стоимость дополнительной продукции должна всегда покрывать затраты на защиту с избытком. От размера превышения разницы стоимости дополнительной продукции над затратами на ее защиту в значительной мере зависит экономический эффект.

На экономику защиты растений значительное влияние оказывает качество защищенного урожая и его продукции, ее конкурентоспособность. Несомненно, что биопрепараты превосходят пестициды по экологической и социальной значимости, а поэтому продукция, защищенная биометодом, всегда будет чище, качественнее и, соответственно, экономически выгоднее.

В настоящее время из всех предложенных различными учреждениями и авторами биопрепаратов наиболее широко в нашей стране и ближнем

зарубежье применяются БАКТОРОДЕНЦИД, БТБ и лепидоцид. По объему всех обрабатываемых площадей БАКТОРОДЕНЦИД занимает почти 50 %.

В заключительной части данной работы считаю возможным и необходимым изложить концепцию дальнейшего развития микробиометода защиты растений, сложившуюся у автора за многолетнюю деятельность в этом направлении.

Эпизоотологическое направление микробиометода.

Науке давно известно, что микроорганизмы нередко выступают в роли главных регуляторов численности массовых видов животных. Таким регулятором являются эпизоотии, возникающие и напряженно действующие на пике численности животных, когда создаются самые благоприятные условия для возникновения и напряженного развития эпизоотии. Здесь имеет место тесный контакт между больными и здоровыми особями и обеспечивается массовое распространение патогена – возбудителя эпизоотии. При массовой численности дикого животного-хозяина резко ухудшаются условия его обитания, обостряется борьба за жилище, пищу, усиливается инбридинг.

Все эти факторы ослабляют физиологическое состояние вида и его популяции, повышают восприимчивость к инфекциям. Задача микробиометода использовать эти факторы на пользу защиты растений. Использование может быть двояким:

1) мониторинг за спонтанным развитием эпизоотий, создание и усиление факторов, способствующих этому развитию;

2) создание искусственных очагов эпизоотий в местах скопления массовых видов вредителей, путем внесения в эти очаги возбудителя инфекции и эпизоотии в виде биопрепаратов. При этом открывается возможность вносить в очаги скопления вредителей наиболее контагиозного (заразного) возбудителя с целью ускорения и усиления напряженности эпизоотии.

Использование эпизоотологического метода контроля в подавлении численности вредоносных видов грызунов и насекомых эффективный и рентабельный прием и его следует всячески внедрять в практику защиты растений.

Например, микробиологический метод борьбы с мышевидными грызунами наиболее целесообразно применять в очагах скопления грызунов, в так называемых стациях-резерваторах. Для мышевидных грызунов (мышей, полевок, хомячков, пеструшек) такими стациями являются стога, скирды, лесополосы, обочины дорог, лесные колки, забурьяненные участки. В этих стациях грызуны зимуют, переселяясь осенью из полей после уборки урожая и тем более после распашки. В центральных и южных регионах нашей страны до 90% всего населения мышевидных грызунов мигрирует в

указанные закрытые стации, где более благополучно переживает холодные зимы и весеннюю распутицу. А некоторые виды, например обыкновенная и пашенная полевки, в стогах и скирдах не только переживают зиму, но и продолжают размножаться, накапливая тем самым, большой резерв для весеннего расселения на посевы.

Учитывая эти биологические особенности мелких мышевидных грызунов, возникает явная целесообразность и необходимость организации истребления этих грызунов осенью и зимой в стациях резервации (стогах, скирдах, лесополосах и т.д.). Такая организация позволит с меньшими затратами и с гораздо большим эффектом добиться желаемого результата, предупредив массовое выселение мышей и полевок из данных стаций на посевы. Особенно целесообразно истребление грызунов здесь бактериальным методом с использованием БАКТОРОДЕНЦИДА.

Как уже указывалось выше, при высокой плотности животного-хозяина наиболее интенсивно развивается эпизоотия (массовое заболевание) и гибель.

У насекомых тоже существует аналогичные, хотя и менее характерные, биологические особенности – скопления в определенных стациях переживания. Например, клоп-черепашка перезимовывает, как правило, в лесополосах, откуда затем заселяет посевы зерновых и вредит им. В этих лесополосах также целесообразно создавать искусственные очаги эпизоотии, внося, контагиозный продуцент-возбудитель эпизоотии и, тем самым, предупреждая массовый вылет, заселение посевов и нанесение им вреда.

Создание искусственных очагов эпизоотий возможно также в деле борьбы с саранчовыми. Известно, что массовые виды саранчи образуют так называемые кулиги, выбирая определенные целинные участки для размножения (кладки в почву яиц в кубышках). Обнаружение таких кулиг (осенью и весной) и соответствующая их обработка биопрепаратами, в основе которых должен быть контагиозный микроб, позволит предотвратить массовое размножение и вредоносность этих насекомых.

Таких примеров можно привести много. Для осуществления эпизоотологической борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур необходимы следующие условия:

1) На основе знания экологических особенностей того или иного вредителя проводить мониторинг и выявлять очаги его концентрации;

2) Стремиться использовать биопрепарат: во-первых, с высоко контагиозным микробом, во-вторых, против наиболее восприимчивой фазы развития вредителя (это касается в первую очередь насекомых, у которых разные фазы не одинаково восприимчивы к заражению);

3) Должны быть точно соблюдены сроки и дозы обработок.

Использование эпизоотологического приема борьбы с вредителями растений позволит с меньшими затратами сил и средств получить наибольший эффект.

Об использовании эпизоотологического метода ограничения численности и вредоносности вредителей растений писал еще

И.И.Мечников. В дальнейшем эти идеи развивали в нашей стране В.П.Поспелов, Е.В.Талалаев, А.Б.Гукасян и другие, а за рубежом – такие известные энтомопатологи, как Э.Штейнхауз, О.Лысенко, Е.С.Курстак и многие другие.

Е.В.Талалаев (1968) писал: «Вопрос об естественных бактериальных эпизоотиях надо считать весьма важным и требующим специального всестороннего изучения, так как это будет иметь значение для более эффективного использования бактерий в борьбе с вредными насекомыми… При практическом использовании эпизоотологического направления придется считаться с биоэкологией того вредного насекомого, против которого намечается борьба. Поэтому для каждого вида насекомого должен быть разработан свой эпизоотологический метод… В решении этой задачи важное значение будет иметь природа возбудителя (бактериальная, грибная, вирусная, протозойная) и его биологические особенности, определяющие возникновение и течение эпизоотологического процесса в стациях вредного насекомого». Хорошо сказано. Подчеркнуто самое главное в эпизоотологическом направлении микробиометода, что необходимо учитывать при его использовании.

Известно, что профессор Е.В.Талалаев много лет посвятил исследованиям эпизоотологического направления в борьбе с сибирским шелкопрядом, с использованием возбудителя *Bac. thuringiensis var. dendrolimus*. Впоследствии аналогичные и успешные исследования проводились сотрудниками ВИЗР Э.Г.Ворониной и Т.А.Шехуриной. Первая изучала эпизоотии, вызываемые энтомофторовыми грибами, вторая – энтомопатогенными вирусами.

В наших исследованиях было установлено, что с помощью *Bac. thuringiensis* и *Serracia marcesceus* можно вызвать эпизоотологические процессы в популяциях капустной белянки и американской белой бабочки. Во всех этих и многих других исследованиях были получены интересные результаты и сделаны два наиболее важных вывода: 1) микробиометод с использованием различных микробных возбудителей позволяет создавать искусственные очаги эпизоотий в популяциях восприимчивых насекомых; 2) мониторинг за естественным эпизоотологическим состоянием в популяциях насекомых вредителей позволяет осуществлять прогноз численности этих вредителей и тем самым регламентировать защитные мероприятия. К сожалению, эти интересные и очень важные исследования не получили должного продолжения и в настоящее время ими почти никто не занимается.

ГЛАВА 4. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ СИЛОСА

Принципы силосования

Основной задачей консервирования любой продукции растениеводства является сохранение ее питательной ценности для использования в те периоды года, когда нет возможности использовать ее в свежем виде. Среди разнообразной консервированной продукции именно силос занимает первое место. Например, в 2004 г. в Российской Федерации произведено более 3,1 млн. т силоса. Силос заготавливают в странах с ограниченным вегетационным периодом: либо в странах с холодной зимой, либо в тропических странах, где после сезона дождей наступает засуха. Главное преимущество силоса перед сеном заключается в том, что при высушивании травы теряется больше питательных веществ, чем при заготовке силоса.

Силос – это продукт, производимый путем регулируемого сбраживания растительной массы с высоким содержанием воды. Первая и важнейшая задача консервирования культур – предотвращение деятельности аэробных микроорганизмов. Эта цель достигается путем создания анаэробных условий для естественного брожения. В силосохранилище открытого типа возможность создания анаэробных условий зависит от степени уплотнения силосуемой массы и эффективности конечной герметизации. Главная цель герметизации заключается в предотвращении проникновения и циркуляции воздуха во время его хранения. Там, где кислород получает доступ к растительному материалу, происходит возобновление деятельность аэробных микроорганизмов. Это приводит к разложению силосуемой массы до непригодного для скармливания и часто токсичного продукта.

Вторая важная цель заключается в предотвращении деятельности маслянокислых бактерий. Бактерии рода *Clostridium* обычно присутствуют на убранной зеленой массе в виде спор и начинают размножаться, как только в силосохранилище возникают анаэробные условия. Рост этих бактерий крайне нежелателен, поскольку они образуют масляную кислоту и разлагают аминокислоты до различных продуктов с низкой питательной ценностью. В результате их деятельности силос приобретает отталкивающий вкус и запах.

Обычный путь подавления роста клостридий - стимулирование молочнокислого брожения. Молочнокислые бактерии, также имеющиеся на убранных культурах – это факультативные анаэробы, то есть они способны развиваться как в присутствии, так и в отсутствие кислорода. Синтезируемая ими молочная кислота увеличивает концентрацию ионов водорода до уровня, при котором подавляется рост клостридий. Трудно указать точное значение pH, при котором начинается это ингибирующее действие, так как это действие зависит не только от pH, но и от влажности и температуры силоса.

Скорость образования молочной кислоты – важный фактор в подавлении не только клостридий, но и других нежелательных для получения качественного силоса микроорганизмов.

Потери питательных веществ при силосовании даже в лучших случаях (идеальное соблюдение технологии) достигают 20%. В настоящее время в Российской Федерации при силосовании по различным оценкам теряется до 40% питательных веществ. Большое количество силоса и сенажа оказывается некачественным.

Понятно, что еще в прошлом веке возникла задача разработать технологии, снижающие потери при силосовании. Принцип действия всех консервантов заключается в быстром и эффективном подкислении силосуемой массы. В настоящее время широкое распространение получили химические консерванты на основе органических кислот и биопрепараты на основе молочнокислых бактерий.

Первые публикации по микробиологии силосования – это, несомненно, с одной стороны, - труды основоположника отечественной сельскохозяйственной микробиологии академика Е.Н.Мишустина, и с другой – коллектива сотрудников ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии во главе с Л.А.Гардером. Если работы академика Е.Н.Мишустина относятся к теории силосования, то работы Л.А.Гардера имеют более практический характер. Первые публикации возглавляемого им коллектива посвящены детальному описанию методов анализа силоса. Следует отметить, что, несмотря на существенный прогресс в аналитической биохимии, все методы анализа силоса (включая и современный ГОСТ на силос) восходят именно к этой публикации (Труды ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, т.V, 1933). Именно в этой работе авторы впервые предложили широко используемую в наши дни схему оценки силоса по классам (хороший, удовлетворительный, плохой и негодный).

Кроме того, Л.А.Гардер вошел в историю еще и как автор первого высокоэффективного микробиологического препарата для консервирования силоса (Труды ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, т.VI, 1935). Работы, начатые Л.А.Гардером , не прекращались в течение XX века и были завершены созданием препарата БИОТРОФ. Его особенностью является то, что он разработан на основе осмотолерантных штаммов молочнокислых бактерий и, следовательно, может быть использован не только для консервирования силоса, но и кормов из провяленных трав. С каждым годом растет количество хозяйств, применяющих БИОТРОФ при заготовке кормов.

В 2003-2005 гг. в Российской Федерации более 10% силоса закладывалось с этим препаратом. В Ленинградской области, которая отличается самыми высокими удоями, в течение последних четырех лет силос с данным препаратом закладывают более 35% силоса и корма из подвяленных трав.

Биопрепарат БИОТРОФ

Закваска БИОТРОФ для силосования трав представляет собой размноженную чистую бактериальную культуру полезных молочнокислых бактерий. Применение закваски при правильном силосовании усиливает

молочнокислое брожение и подавляет нежелательные микробиологические процессы, благодаря чему сокращаются потери питательных веществ и обеспечивается получение более качественного корма.

Проверка эффективности силосования провяленных трав с добавкой препарата БИОТРОФ в производственных условиях была проведена ЭСХ «Дятьково» Брянской области (Опытное хозяйство ВНИИ кормов им. В.Р.Вильямса РАСХН) сотрудниками этого института Ю.А.Победновым и В.В.Худокормовым. В качестве сырья для силосования использовали злаково-клеверную смесь второго укоса (30 дней роста), провяленную в течение 1-2 суток до содержания сухого вещества 35-40%. В одну траншею был заложен обычный силос, в другую – с добавкой препарата «БИОТРОФ». Спустя 4 месяца была проведена органолептическая оценка полученного корма и определено его качество по продуктам брожения (табл. 4.1.). Тот и другой силос имели хорошие органолептические показатели и высокое качество (низкое содержание аммиака и хорошее соотношение продуктов брожения).

Таблица 4.1. Качество контрольного и опытного силоса по продуктам брожения

Силос	Содержание сухого вещества, %	pH	Содержание в сухом веществе, %			
			аммиака	органических кислот		
				молочной	уксусной	масляной
Без добавок	33,1±4,24	4,62±0,12	0,27±0,05	9,75±0,71	2,84±1,43	0,05±0,08
С Биотроф	38,67±3,24	4,41±0,16	0,16±0,02	11,98±2,32	1,65±0,22	0,00±0,00

Нужно отметить, что опытный силос характеризовался более высокой активной кислотностью, несмотря на несколько более высокое содержание в нем сухого вещества. В результате более быстрого подкисления в нем скорее устранилась жизнедеятельность нежелательной микрофлоры, о чем свидетельствовало резкое (в 1,7 раза) сокращение образования аммиака и уксусной кислоты при полном отсутствии масляной кислоты.

Для выявления кормового достоинства оба полученных корма скармливали в научно-хозяйственных опытах лактирующим коровам, телкам и откормочным бычкам черно-пестрой породы. В учетный период (93-94 дня) рацион всех животных состоял из силоса (контрольного или опытного), который в опытах на телках скармливался с добавкой зерновых (2,7 кг/животное в сутки) концентратов, а в опытах на коровах и бычках – с добавкой зерновых и белковых концентратов (соответственно 5,9-6,0 и 2,1 кг/животное в сутки и 1,2 и 1,0 кг/животное сутки). Дополнительно рацион балансировался минеральными добавками.

Результаты показали, что поедаемость коровами сухого вещества опытного рациона возросла на 0,5 кг. Это обусловлено лучшим потреблением силоса, приготовленного с добавкой препарата БИОТРОФ. В

табл. 4.2. приведена молочная продуктивность и изменение живой массы коров в учетный период.

Таблица 4.2. Молочная продуктивность и изменение живой массы коров в учетный период

Показатели	Группы коров	
	Контрольная	Опытная
Среднесуточный удой молока, кг	18,5±1,54	20,0±3,20
Жирность молока, %	3,97±0,46	3,97±0,36
Среднесуточный удой 4% молока	18,4±2,46	19,8±3,32

Среднесуточный удой у коров, потреблявших в рационе опытный силос, был на 1,5 кг или 8,1% выше, чем у животных контрольной группы.

Переваримость сухого вещества рационов контрольной и опытной группы была близка и составила соответственно 67,03 и 67,73%. Как следует из табл. 4.3., включение в рацион коров силоса, приготовленного с добавкой препарата БИОТРОФ, привело к заметному сокращению расхода сухого вещества, обменной энергии, сырого протеина и зерновых концентратов в расчете на 1 л молока.

Таблица 4.3. Затраты питательных веществ и отдельных кормов на синтез 1 кг молока при содержании коров на опытном и контрольном рационах.

Показатели	Группы коров	
	контрольная	Опытная
Сухого вещества, кг	0,86	0,82
Обменной энергии, МДж	8,7	8,4
Сырого протеина, г	122,0	116,0
Ячменной дерти, кг	0,32	0,30
Подсолнечного жмыха, кг	0,11	0,11

Значительного увеличения продуктивного действия приготовленного с добавкой препарата БИОТРОФ силоса получено и в опытах на молодняке крупного рогатого скота. Из данных таблицы 4.4. следует, что включение в рацион телок и бычков такого силоса способствовало заметному увеличению их среднесуточного прироста живой массы.

Экономическая оценка эффективности силосования провяленной злаково-клеверной смеси с добавкой препарата БИОТРОФ показала

(табл.4.5.), что все дополнительные затраты, связанные с внесением указанного препарата полностью окупаются за счет повышения сохранности корма и его энергетической питательности.

Исходя из того, что затраты связанные с расходом концентратов и содержанием животных, в той и другой группе были одинаковыми, дополнительная прибыль от использования препарата БИОТРОФ при силосовании целиком определялась стоимостью дополнительно полученного молока и составила 84,6 тыс. руб. в расчете на 100 га площади посевов трав. В пересчете на 1 л препарата (15 т силоса) экономическая эффективность составила 2 300 руб. По этим же данным экономическая эффективность 1 л препарата при заготовке силоса для бычков на откорме составила 3 700 руб.

Таблица 4.4. Живая масса и среднесуточный прирост живой массы молодняка крупного рогатого скота в учетный период

Показатели	Пол и группы животных			
	телки		Бычки	
	контрольная	опытная	контрольная	Опытная
Живая масса в начале учетного периода, кг	322,3±25,00	308,3±26,10	205,0±15,14	204,0±17,67
Живая масса в конце учетного периода, кг	405,0±24,70	400,0±26,30	279,0±14,55	296,0±18,24
Среднесуточный прирост живой массы, г/животное	884,0±95,70	986,0±120,10	793,0±145,12	979,0±123,37

Таблица 4.5. Экономическая эффективность силосования злаково-клеверной смеси с добавкой препарата БИОТРОФ (в расчете на 100 га площади посевов).

Показатели	Варианты силосования	
	без добавок	с препаратом БИОТРОФ
Заготовлено силосуемой массы, т	552,0	552,0
Заготовлено сухого вещества, т	219,4	219,4
Сохранность сухого вещества, %	90,1	96,2
Выход сухого вещества, т	197,7	211,1
Выход обменной энергии, ГДж	1818,8	2047,7
Прямые затраты на заготовку силоса, руб	55043,0	59850,0
Затраты на заготовку 1 т сухого вещества, руб	278,4	283,5
Затраты на 1 МДж обменной энергии, коп	3,42	3,40
Произведено молока, т	430,3	444,4
Доход от продажи молока (при цене 6 руб/кг), тыс. руб.	2581,8	2666,4
Дополнительная прибыль, тыс. руб	-	84,6

В отличие от химических консервантов, силосные закваски являются полностью безопасными для персонала, проводящего силосование,

поскольку не содержат токсичных и дурнопахнущих компонентов. Они не являются химически агрессивными и не приводят к коррозии аппаратуры, используемой для их внесения в силос. Полученный силос является экологически чистым, он не содержит консервантов и продуктов их распада. Силос, полученный с биологической закваской БИОТРОФ, не уступает по качеству силосу, приготовленному с химическим консервантом, при этом затраты на закваску БИОТРОФ в 10-15 раз ниже, чем на химический консервант.

От других биологических консервантов закваска БИОТРОФ отличается тем, что в ее состав входят осмотолерантные бактерии, т.е. микроорганизмы, способные к быстрому росту при пониженной влажности зеленой массы. Поэтому БИОТРОФ может с успехом применяться для приготовления обычного силоса, а также силоса из подвяленных трав.

Инструкция по применению силосной закваски

Скашивание. Для силосования пригодна только свежесобранная растительная масса – сочная, не загрязненная почвой. Кормовые культуры следует скашивать в сроки, обеспечивающие наибольший выход питательных веществ и получение высококачественного корма: бобовые однолетние травы – в начале бутонизации; злаковые многолетние травы – в фазе выхода в трубку, но не позднее начала колошения; однолетние бобовые в смеси со злаковыми – в фазе зеленой спелости зерна. Предназначенная для силосования масса предварительно измельчается. Степень измельчения силосуемых растений зависит от их влажности (табл. 4.1.).

Дозировка и приготовление рабочего раствора. 1 л закваски расходуется на обработку 15 т зеленой массы. Непосредственно перед применением из закваски готовят рабочий раствор, концентрация которого зависит от влажности зеленой массы:

Таблица 4.6. Расчет внесения рабочего раствора закваски в зависимости от влажности силосуемой массы

Влажность зеленой массы	Рекомендуемая длина резки растений (см)	К 1 л закваски добавить чистой воды (л)	Количество рабочего раствора (л) на 1 т силосуемой массы
65% и ниже	2-3	60	4,0 л
От 66 до 74%	4-5	50	3,3 л
75% и выше	8-10	40	2,5 л

Внесение рабочего раствора. Бактериальную закваску вносят либо при загрузке измельченной массы в силосную траншею, либо при подборке травы в поле с помощью специальных насосов-дозаторов, устанавливаемых на подборщиках. Перед смешиванием с водой закваску тщательно

взбалтывают. Для механизации внесения рабочего раствора на траншее можно использовать аммиачные цистерны, ДУКи и другие распыляющие приспособления. Опрыскивание производят после равномерного распределения зеленой массы по траншее слоями не более 40 см. Чем равномернее внесена полученная бактериальная взвесь, тем лучше будут распределены в растительном материале молочнокислые бактерии и тем однороднее и лучше по качеству будет силос. Перед каждым опрыскиванием рабочий раствор тщательно перемешивают. Трамбующие тракторы и бульдозер во время опрыскивания удаляют за пределы траншеи.

Наиболее равномерное распределение бактерий в зеленой массе обеспечивается при внесении рабочего раствора на поле с помощью насоса-дозатора. Недорогие дозаторы отечественного производства можно приобрести в компании БИОТРОФ.

Закладка и укрывание траншеи. Силосование следует проводить в сжатые сроки в чистых, непроницаемых для воды и воздуха сооружениях – траншеях; максимальная продолжительность заполнения траншеи – 5 дней. После заполнения траншеи в тот же день силосуемую массу укрывают сверху полиэтиленовой пленкой. Для этого лучше применять пленку шириной 8-12 м и толщиной 150-200 микрон. Узкую пленку (шириной 3-4 м) необходимо склеивать в полог. Пленку особенно тщательно заделывают у стен траншеи и прижимают грузом по всей поверхности: тюками соломы, торфом (слоем 20-25 см) или землей (5-8 см).

Препарат для консервирования плющеного зерна

Консервирование плющеного зерна ранних стадий спелости является исключительно перспективным направлением в кормопроизводстве. Высокие производственные показатели молочных хозяйств Ленинградской области во многом обусловлены применением данной технологии. Заготовка плющеного зерна позволяет на 2-3 недели раньше убирать урожай, что особо важно для Северо-Западного региона. Кроме того, хозяйство сможет снизить потребление дорогостоящих комбикормов, что также важно для сегодняшних экономических условий.

Более широкое применение технологии в какой-то степени сдерживается высокой стоимостью химических консервантов. Муравьиная кислота, составляющая основу консерванта, небезопасна для человека. В реальной жизни сельскохозяйственного предприятия заготовку зачастую проводят в замкнутых помещениях – засеках. В этих условиях пары муравьиной кислоты могут приводить к отравлениям персонала.

Принципы консервирования зерна.

Известно, что микробиологические процессы при консервировании силоса принципиально отличаются от таковых при консервировании зерна. Трава, как правило, содержит достаточно много сахаров. На траве содержится много спонтанных молочнокислых бактерий. Они быстро размножаются в силосе и синтезируют молочную кислоту. Именно поэтому

хозяйства иногда получают качественный силос, не применяя ни заквасок, ни химических консервантов. Зерно, однако, не содержит достаточного количества сахаров.

Изучение микрофлоры зерна показало, что при отсутствии консервантов в зерне очень быстро развиваются плесневые грибы родов *Aspergillus* и *Penicillum.* Значит, нужно искать бактерии, продуцирующие вещества, подавляющие рост грибов. Среди молочнокислых бактерий наряду с гомоферментативными (сбраживающими глюкозу до молочной кислоты) есть гетероферментативные, которые синтезируют и другие вещества. Раньше мы отбраковывали такие изоляты, поскольку считали, что они неспособствуют повышению качества силоса. В 2000 г. сотрудник ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии Т.Н.Грудинина выделила несколько изолятов *Lactobacillus buchneri,* лучший из которых эффективно подавлял большую часть плесневых грибов. В нашей коллекции ему был присвоен № 600. Оказалось, что наряду с молочной кислотой он синтезирует еще и валериановую кислоту:

глюкоза—>молочная кислота + углекислота + валериановая кислота

Первые производственные испытания нового препарата, который мы назвали БИОТРОФ-600 были проведены в АОЗТ «Родина» Сланцевского района Ленинградской области. В опытных засеках были заложены партии зерна как с биопрепаратом, так и с химическим консервантом. Результаты анализа зерна приведены на рис.4.1

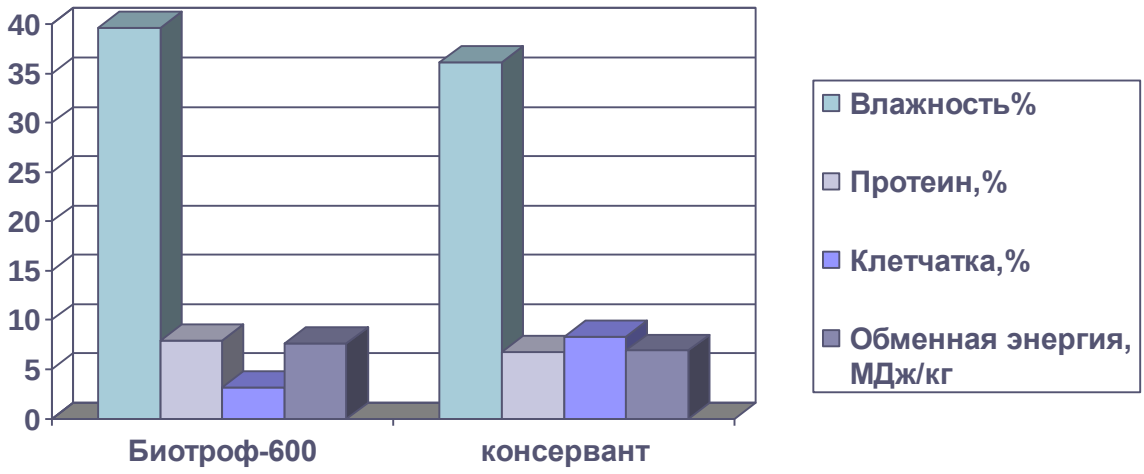


Рис.4.1. Результаты производственных испытаний препарата БИОТРОФ-600 в АОЗТ «Родина» Сланцевского района Ленинградской области.

Переваримость опытных партий зерна, полученных с биопрепаратом БИОТРОФ-600 (88,6%), была выше, чем с химическими консервантами (85,8-86,5%). На рис.4.2 приведены результаты изучения переваримости плющеного зерна, законсервированного с биопрепаратом и с химическими консервантами. Переваримость определяли в искусственном рубце.

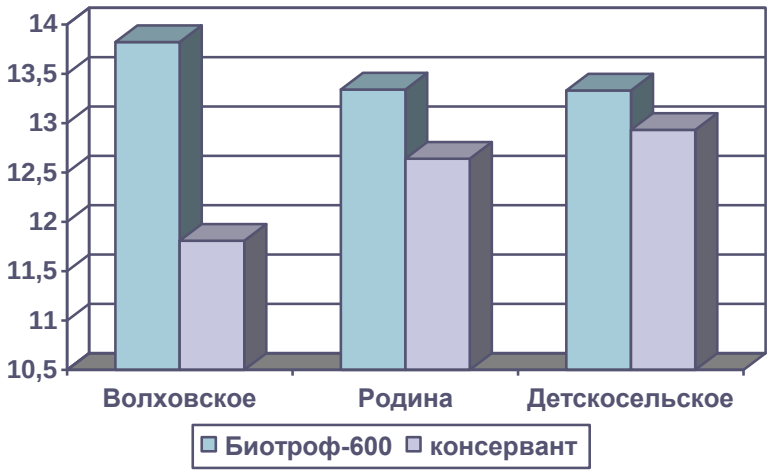


Рис.4.2. Переваримость плющеного зерна

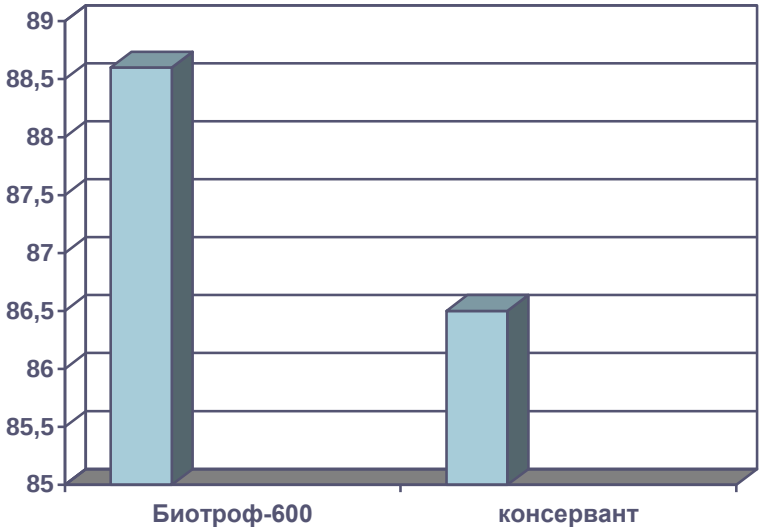


Рис.4.3. Результаты производственных испытаний препарата «БИОТРОФ-600» в 2004 г. (сырой протеин, %)

Результаты широких производственных испытаний убедили нас в целесообразности использования препаратов на основе *L. buchneri* для консервирования плющеного и влажного зерна. Все опытные партии зерна, заготовленные с биопрепаратом, были не хуже, таковых, заготовленных с химическими консервантами.

Как по содержанию сырого протеина, так и по обменной энергии (рис.4.3 и 4.4.).

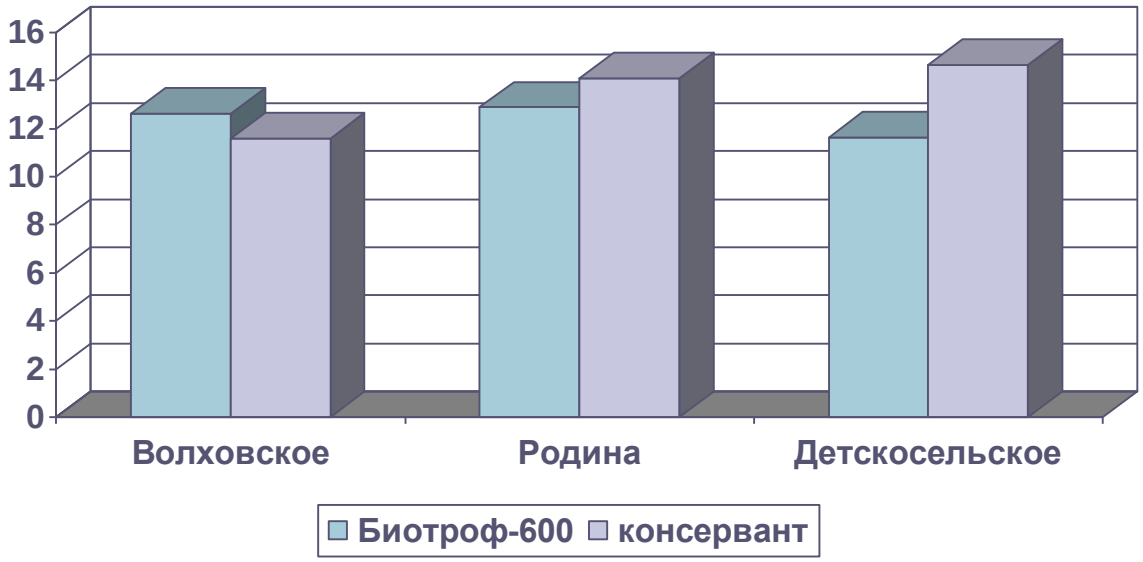


Рис. 4.4. Результаты производственных испытаний препарата «БИОТРОФ-600» в 2004 г. (обменная энергия, МДж/кг)

Производственные испытания препарата проводились не только в Ленинградской области, но и в Московской, Белгородской областях, Татарстане и Белоруссии. Положительные результаты были получены во всех случаях.

Когда обычно говорят о заготовке плющеного зерна, то обычно не вспоминают о кукурузном зерне. Между тем использование данной технологии вполне возможно в этом случае. Заготовка плющеного зерна кукурузы в центральных районах также позволяет получать качественный корм с высоким содержанием обменной энергии даже в тех случаях, когда зерно не успевает вызреть.

Полученные нами результаты широких производственных испытаний свидетельствуют о больших возможностях использования биопрепаратов не только для консервирования силоса, но и такого высокопитательного корма как плющеное зерно.

Разработанный нами препарат представляет собой неплохую альтернативу химическим консервантам. Расход консерванта составляет 1 л на 2 т зерна. При таком расходе и существующих ценах, применение биопрепарата оказывается в два раза дешевле химических консервантов.

Технология использования препарата.

БИОТРОФ-600 представляет собой размноженную чистую культуру полезных молочнокислых бактерий. Применение препарата обеспечивает быстрое подкисление консервируемой массы за счет накопление молочной и валериановой кислоты и подавляет нежелательные микробиологические процессы. Благодаря этому сокращаются потери питательных веществ и обеспечивается получение более качественного корма.

Расход биоконсерванта БИОТРОФ-600 составляет 1 литр на 2 тонны плющеного зерна. Препарат расфасован в 10 литровые емкости. Срок хранения 4 месяца. Рабочий раствор готовится из расчета: 1,0 л препарата на 9,0 л чистой воды. На 1 тонну плющеного зерна используют 5 литров рабочего раствора.

Требования к зерну. Для консервирования плющеного зерна используют свежеобмолоченное зерно в стадии, когда содержание питательных веществ в нем наиболее высоко – в фазе молочно-восковой и восковой спелости.

Дозировка и приготовление рабочего раствора.

Загрузка и герметизация засека. Чаще всего для хранения плющенки используют специальные засеки (закромы) емкостью от 100 до 500 т. Для герметизации засек выстилают полиэтиленовой пленкой по бокам и укрывают сверху заполненный за день объем зерна. Это особенно важно, поскольку большой объем зернового вороха заготавливается в течение несколько дней. После того, как засек будет заполнен, его тщательно укрывают пленкой, и придавливают всю поверхность равномерно каким-либо гнетом. Можно использовать мешки с песком, железобетонные плиты, другой груз, обеспечивающий уплотнение массы плющеного зерна и тщательную герметизацию.

В отличие от химических консервантов, препарат БИОТРОФ-600 является полностью безопасным для персонала, проводящего обработку, поскольку не содержит токсичных и дурнопахнущих компонентов. Препарат БИОТРОФ-600 не является химически агрессивным и не приводит к коррозии аппаратуры, используемой для его внесения.

Полученный корм является экологически чистым, он не содержит консервантов и продуктов их распада.

Плющеное зерно, приготовленное с биологическим консервантом БИОТРОФ-600, не уступает попитательности зерну, приготовленному с химическим консервантом, при этом затраты на БИОТРОФ-600 в два раза ниже, чем на химический консервант. По данным Северо-Западного НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (расчеты приведены в Региональной целевой комплексной программе интерсификации кормопроизводства «Корма» Ленинградской области на 2000-2005 г) в СПК «Красногвардейское» Гатчинского района Ленинградской области в 1998 г. затраты на плющение и консервирование 1 т плющеного зерна составили 875 р. за 1 т. Экономическая эффективность скармливания зерна составила 848,9р. на 1 т (дополнительно).

ПРОБИОТИКИ

Термин «пробиотик» происходит из греческого языка и дословно означает – «для жизни». Впервые он был использован Лайли и Стиллвеллом в 1965 г. Исследователи определили так «субстанции, секретируемые одними

микроорганизмами, для стимуляции роста других». В своём понимании они противопоставили его термину «антибиотик».

Паркер определил пробиотики, как «организмы и субстанции, способствующие установлению баланса микрофлоры в желудочно-кишечном тракте». В 1989 г. Фуллер модифицирует определение Паркера следующим образом: «Пробиотик – это живой микробный компонент, оказывающий положительный эффект на хозяина за счёт улучшения баланса его кишечной микрофлоры». Таким образом, Фуллер заостряет внимание на двух вещах: наличии живых микроорганизмов в составе пробиотического препарата и его положительном воздействие на хозяина.

«Пробиотики это - препараты или продукты, содержащие определённое количество живых микроорганизмов известного вида, способных при колонизации влиять на микрофлору хозяина и, таким образом, оказывать положительный эффект на его здоровье

В последние годы в условиях промышленного птицеводства значительно усилилась техногенная и бактериологическая нагрузка на организм птицы. Проявление этого можно заметить в нарушении саморегуляции кишечного биоценоза, быстром развитии множественной лекарственной устойчивости и увеличении патогенности условно-патогенных микроорганизмов. При этом среди причин отхода молодняка основное место занимают болезни желудочно-кишечного тракта, возбудителями которых является условно-патогенная микрофлора. Сдвиг в количественном и качественном составе условно-патогенной и нормальной кишечной микрофлоры, обозначаемый как дисбактериоз, является одним из главных факторов развития диарейного синдрома.

Кишечный баланс может быть восстановлен с помощью бактерий - симбионтов, дополнительно вводимых птице с водой или кормом. Принцип замещения условно-патогенных микроорганизмов конкурирующими с ними полезными бактериями–симбионтами известен как принцип пробиотикотерапии. Пробиотики - это кормовая добавка, представляющая собой одну или несколько стабилизированных культур симбиотных микроорганизмов, и предназначенная для внесения в желудочно-кишечный тракт животных и птицы.

Замедленное формирование в первые дни жизни кишечной микрофлоры у молодняка птицы ставит их существование в зависимость от санитарного состояния кормов, воды, условий содержания и не позволяет активизироваться процессам пищеварения. Первая неделя жизни птицы - это «критический» период, когда состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта напрямую связан с микробным составом кормов и окружающей среды.

В условиях современного птицеводства возросшее давление на популяции полезных бактерий в кишечнике птицы оказывают как условно-патогенные микроорганизмы, так и кормовые антибиотики. Баланс между компонентами кишечного микробиоценоза, как правило, отсутствует.

Именно эти обстоятельства вызывают потребность птицеводства в применении пробиотиков.

В настоящее время в Российской Федерации зарегистрировано более 30 пробиотических препаратов.

В целях стимуляции нормобиоза кишечника птицы пробиотики скармливают, выпаивают или используют аэрогенный способ введения в организм. Пробиотические препараты применяют для профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта инфекционной природы; стимуляции неспецифического иммунитета; коррекции дисбактериозов пищеварительного тракта, возникающих вследствие резкого изменения состава комбикормов, нарушений правил и режимов кормления, технологических стрессов, при пересадках и других причинах; для восстановления нормальной микрофлоры кишечника после лечения антибиотиками и другими антибактериальными химиотерапевтическими средствами; для замены антибиотиков в комбикормах для птицы; для повышения эффективности использования кормов, а также стимуляции роста и продуктивности птицы.

Пробиотики классифицируются по числу входящих в них штаммов (монокомпонентные и ассоциированные формы), а также по видовому составу микроорганизмов (бифидосодержащие, лактосодержащие, бациллярные). Так называемые синбиотические препараты включают помимо собственно пробиотических микроорганизмов иные биологически активные компонетны: ферменты, витамины, микроэлементы и иммуноглобулины.

В РФ ведутся работы по отбору штаммов, видоспецифичных для кишечного биоценоза каждого конкретного вида животных и птиц, обладающих высокой колонизационной и антагонистической активностью.

Другие кормовые добавки, влияющие на кишечный биоценоз

Имеется целый ряд кормовых добавок, нормализующих работу пищеварительной системы и, тем самым, повышающих эффективность усвоения корма. Помимо пробиотиков, следует указать еще, по крайней мере, три группы препаратов: кормовые антибиотики, кормовые ферменты, пребиотики. Они имеют разную биологическую природу и, соответственно, разные первичные механизмы действия. Однако все они осуществляют свое влияние на здоровье и продуктивность животного сходным образом, а именно, через регулирование микробной популяции в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ).

Это особенно хорошо изучено в отношении кормовых антибиотиков. Антибиотики представляют собой продукты микробиологического или химического синтеза, прямо подавляющие размножение других микроорганизмов. Под действием антибиотиков число микроорганизмов в кишечнике сокращается. При этом снижается риск развития заболеваний,

вызываемых условно-патогенной микрофлорой, и, одновременно, часть питательных веществ, ранее потреблявшихся кишечными микробами, достается организму-хозяину. Оба процесса приводят к увеличению сохранности и продуктивности. Однако, применение антибиотиков неизбежно сопровождается и негативными явлениями: уничтожением полезной микрофлоры кишечника, экологическими рисками. В странах с высокими гигиеническими требованиями к продуктам животноводства применение кормовых антибиотиков либо полностью запрещено, либо резко ограничено.

Кормовые ферменты относятся к классу гидролаз и обладают способностью разрушать растительные полимеры, недоступные для пищеварительных систем высших животных. Кормовые ферменты выделяют из грибов или бактерий. Кормовые ферменты не действуют непосредственно на микробов кишечника, однако влияют на их пищевую базу. Ксиланазы и глюканазы, составляющие основу энзимных композиций, разрушают некрахмальные полисахариды (НКП) клеточных оболочек, делая крахмал и белок зерна более доступными для пищеварительной системы животного. Кормовые ферменты способны также разрушать растворимые НКП, благодаря чему снижается вязкость химуса и ускоряется его продвижение по кишечнику. В совокупности эти факторы позволяют удерживать кишечную микрофлору на контролируемом, благоприятном для организма-хозяина уровне. Снижается конкуренция со стороны микробов за пищевые ресурсы, и, хотя и не в такой степени, как в случае применения антибиотиков, уменьшается риск развития условно-патогенной микрофлоры.

Наконец, пребиотики - это относительно новая группа кормовых добавок, еще окончательно не сформировавшаяся и строго не определенная. К пребиотикам относят органические соединения небольшого молекулярного веса (олигосахариды, органические кислоты), производные дрожжевых клеток и т.д., благоприятствующие развитию полезных микробов и препятствующие развитию вредных микроорганизмов. 4.

Пребиотики, пробиотики, антибиотики и кормовые ферменты сходны по конечным физиологическим и хозяйственным эффектам, но различаются по механизмам воздействия на микрофлору ЖКТ. По биологическим свойствам эти добавки дополняют друг друга, однако, соединение их в одном рационе не всегда будет оправдано экономически, поскольку суммарная стоимость добавок может поглотить дополнительную прибыль, получаемую в результате их применения. Перспективным представляется поиск многофукциональных добавок, сочетающих в себе несколько механизмов воздействия на биоценозы пищеварительной системы. Именно такими свойствами обладает ферментативный (целлюлозолитический) пробиотик Целлобактерин®.

Ферментативный пробиотик ЦЕЛЛОБАКТЕРИН

ЦЕЛЛОБАКТЕРИН был разработан в ходе исследований, проводившихся во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии по инициативе академика Л.К.Эрнста.

Целлобактерин представляет собой выделенные из рубца жвачных животных микроорганизмы с высокой целлюлозолитической активностью и способностью продуцировать органические кислоты (молочную, уксусную и др.). За счет целлюлозолитической активности Целлобактерин, подобно кормовым ферментам, разрушает НКП корма. Однако, если в мультиэнзимных композициях каждая ферментная молекула работает в растворе по отдельности, то у бактерий взаимодополняющие ферменты собраны в специализированные блоки на мембранах, что позволяет им разрушать даже плотные структуры клеточных оболочек. Поэтому Целлобактерин эффективно повышает усвояемость не только зерновых, но также подсолнечного шрота и отрубей. За счет образования низкомолекулярных органических кислот и, возможно, ряда других антимикробных факторов Целлобактерин выполняет функцию классического пробиотика, т.е. вытесняет условно-патогенную микрофлору. Таким образом, Целлобактерин способен полностью заменить в рационе кормовые ферменты и пробиотики, а также частично снизить потребность в антибиотиках и пребиотиках.

В настоящее время в Российской Федерации зарегистрировано и успешно применяются два препарата - Целлобактерин и Целлобактерин-Т. Второй препарат отличается большей термостабильностью.

Целлобактерин и Целлобактерин-Т вводят в комбикорма в количестве 1 кг на 1 тонну постоянно во все рационы для мясной и яичной птицы. Целлобактерин выпускается в удобной кормовой форме: высушенная микробная культура адсорбируется на подсолнечном шроте или отрубях. Целлобактерин вводится в комбикорм путем ступенчатого смешивания напрямую или в составе витаминно-минерального премикса. Производственные испытания показали, что Целлобактерин может храниться в составе витаминного премикса в течение 4 месяцев без снижения активности, не оказывая негативного влияния на сохранность витаминов.

В течение гарантийного срока хранения комбикорма (1 месяц), количество микроорганизмов препарата в нём практически не снижается (табл. 4.7).

Таблица 4.7 Сохранность бактерий препарата Целлобактерин в комбикорме при его хранении, КОЕ/г

Время хранения комбикорма с пробиотиком, сутки	Концентрация бактерий, КОЕ/г
Непосредственно после смешивания	$(2,9 \times 0,8) \times 10^4$
на 5 сутки хранения	$(2,7 \times 0,8) \times 10^4$
на 10 сутки хранения	$(2,5 \times 0,8) \times 10^4$
на 20 сутки хранения	$(2,2 \times 0,8) \times 10^4$
на 30 сутки хранения	$(2,2 \times 0,8) \times 10^4$

Препарат Целлобактерин выдерживает термическую обработку в составе комбикорма при обычном гранулировании при температуре до 80ºС. В том случае, если препарат подвергается более сильному температурному воздействию, следует применять Целлобактерин Т. Благодаря тому, что входящие в состав Целлобактерина Т микроорганизмы находятся в споровой форме, препарат сохраняет активность даже после экспандирования при температуре до 105°С (см. рис.4.1)

Целлобактерин совместим с распространенными кормовыми антибиотиками. На практике установлено, что активность Целлобактерина не подавляется бацитрацином, флавомицином и олаквиндоксом в дозах, рекомендуемых производителями этих препаратов.

Изучение влияния Целлобактерина на зоотехнические показатели выращивания бройлеров.

Научно-исследовательский опыт. Для изучения влияния Целлобактерина на зоотехнические показатели выращивания бройлеров в условиях вивария ГНУ ВНИТИП были проведены 3 опыта и производственная проверка на цыплятах-бройлерах кросса «Конкурент-2». Выращивание цыплят-бройлеров (по 80 голов в каждой группе) было проведено в клеточныхбатареях типа Р-15, с суточного до 7 недельного возраста. 6. Технологические параметры содержания цыплят соответствовали рекомендуемым.

Схема одного из опытов представлена в табл. 4.8 Основные зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров представлены в табл. 4.9.

Цыплята 1 контрольной группы получали низкоэнергетический и низкопротеиновый комбикорм в оба периода выращивания. Цыплята 2…6 опытных групп получали такой же по структуре и питательности комбикорм, но с добавкой разных видов Целлобактерина или совместно с Целловиридином Г20х или только Целловиридин Г20х.

Таблица 4.8 Схема опыта

Группа	Особенности рациона
1контрольная	Низкопитательный комбикорм: 300 и 310 ккал обменной энергии и 21 и 20% сырого протеина в 0-4 и 5 – 7 недель соответственно (ОР)
2 опытная	ОР + Целлобактерин Т, 1 кг на 1 т корма
3 опытная	ОР + Целлобактерин, 1 кг на 1 т
4 опытная	ОР + 500 г Целлобактерина Т на 1 тонну + 50 г/т Целловиридина Г20х
5 опытная	ОР + 500 г Целлобактерина на 1 тонну + 50 г/т Целловиридина Г20х
6 опытная	ОР + 100 г/т Целловиридина на Г20х

Таблица 4.9 Зоотехнические показатели выращивания цыплят – бройлеров

Показатель	Группа					
	1к	2	3	4	5	6
Сохранность, %						
1 – 49 дней	95,0	96,3	96,3	96,3	96,3	97,5
Живая масса 1 гол., г:						
49 дней	2016,3 ± 39,3	2136,0 ± 32,3[a]	2086,2 ± 35,3	2148,9 ± 40,0[a]	2129,7 ± 44,4	2102,8 ± 35,3
В т.ч. петухи	2211,5 ± 44,4	2277,3 ± 73,1	2184,2 ± 43,8	2234,5 ± 49,2	2238,3 ± 57,3	2304,4 ± 52,8
куры	1867,1 ± 27,6	1985,8 ± 25,3	1967,9 ± 39,1	2099,5 ± 27,8	1979,2 ± 43,3	1996,0 ± 25,9
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг						
1 – 49 дней	2,23	2,07	2,09	2,08	2,08	2,08

[a.] $P < 0,05$ по сравнению с контролем.

Сохранность бройлеров во всех группах была достаточно высокой и практически не зависела от вида Целлобактерина, вводимого в комбикорма для бройлеров. Однако, по сравнению с сохранностью в контроле (95,0%), сохранность во 2…6-й опытных группах была выше на 1,3…2,5%.

К концу выращивания живая масса бройлеров 2 и 4-й опытных групп (включение в комбикорма Целлобактерина Т или Целлобактерина Т с

Целловиридином Г20Х соответственно) была более высокой, чем в других группах и выше, чем в контроле, на 5,9 и 6,6% соответственно.

При включении в комбикорма для 3-й группы Целлобактерина, живая масса бройлеров была также выше, чем в контроле, на 3,5%. При совместном введении в комбикорма Целлобактерина обычного совместно с Целловиридином Г20х (5 гр.), живая масса цыплят-бройлеров была выше на 5,6%, чем в контроле, и выше, чем в 3-й группе (включение только одного Целлобактерина), на 2,1%.

Затраты корма на 1 кг прироста живой массы во всех опытных группах были практически одинаковыми и ниже, чем в контроле, на 6,3…7,2%.

Установлено, что использование Целлобактерина обоих видов в составе комбикормов обуславливает тенденцию повышения переваримости сухого вещества корма на 0,7…2,2%, по сравнению с контролем. При совместном включении половинной дозы Целлобактерина Т и Целловиридина Г20х (4 гр.) переваримость сухого вещества была выше, чем в контроле, на 2,2% и выше, чем в других группах на 0,3…1,2%. Переваримость сырого жира в опытных группах также имела тенденцию к повышению на 1,0…2,7%, по сравнению с контролем. Аналогичная тенденция была установлена и по переваримости сырой клетчатки. Доступность незаменимых аминокислот в опытных 4 и 5 группах имела тенденцию к повышению, по сравнению с доступностью в других опытных группах.

Об улучшении обмена веществ под действием Целлобактерина свидетельствует также повышение содержания витаминов в печени (табл.4.10). Лучшие показатели были в 4 и 5 группах – выше, чем в контроле, на 11,9 и 9,2%. Содержание витамина Е в печени цыплят опытных групп было выше на 52,6…80,4%, чем в контроле. Показатели в 6 группе (Целловиридин) были ниже, чем в других опытных группах, хотя и выше, чем в контроле.

Таблица 4.10 Содержание витаминов А и Е в ткани печени, мкг/г

Группа	Витамин А	Витамин Е
1 контроль	104,6	32,1
2 Целлобактерин	105,6	49,0
3 Целлобактерин Т	110,2	54,0
4 Целлобактерин Т + Целловиридин (1/2 дозы)	116,5	57,9
5 Целлобактерин + Целловиридин (1/2 дозы)	113,8	52,1
6 Целловиридин	109,2	42,8

Таким образом, включение Целлобактерина или Целлобактерина Т отдельно или совместно с Целловиридином Г20х в половинной дозе позволяет повысить прирост живой массы и улучшить конверсию корма за счет повышения переваримости питательных веществ, аминокислот корма и использования валовой энергии. Для производственной проверки было сформировано 3 группы цыплят, по 120 гол. в каждой. Схема производственной проверки представлена в табл. 4.11.

Таблица 4.11 Схема опыта

Группа	Особенности рациона
1 контрольная	Полнорационный комбикорм с питательностью согласно рекомендациям ВНИТИП 1999 г
2 опытная	Низкопитательный комбикорм: 300 и 310 ккал обменной энергии, 21 и 20% сырого протеина в 0-4 и 5 – 7 недель жизни соответственно + Целлобактерин Т (1 кг/т)
3 опытная	Низкопитательный комбикорм: 300 и 310 ккал обменной энергии, 21 и 20% сырого протеина в 0 – 4 и 5 – 7 недель жизни соответственно + Целлобактерин Т (500 г/т) + Целловиридин Г 20 х (50 г/т)

Основные результаты выращивания цыплят и расчет экономической эффективности представлены в табл.4.12.

Расчет экономической эффективности проводился по формуле:

ЭЭ = / (Цн – Сн) – (Цб – Сб)/ х Q, где:

Цн и Цб – цена реализации 1 кг мяса в новом и базовом вариантах, руб.

Сн и Сб – себестоимость 1 кг мяса в новом и базовом вариантах, руб.

Q- количество произведенного мяса, кг.

Экономическая эффективность в расчете на 120 гол. начального поголовья в 1-м новом варианте составила 818,64 руб., или в расчете на 1000 гол. начального поголовья –6822,00 руб., за счет снижения стоимости 1 ц комбикорма на 24,4%.

Экономическая эффективность в расчете на 120 гол. начального поголовья в 2-м новом варианте составила 466,18 руб., или в расчете на 1000 гол. начального поголовья –3884,80 руб., за счет снижения стоимости 1 ц комбикорма на 16,5%.

В сравнительных производственных испытаниях 4 партии бройлеров, от 40 до 47 тыс. голов каждая, было выращено на рационах с Целлобактерином в дозе 1 кг на 1 т комбикорма, 4 партии - с отечественным ферментом, в дозе рекомендованной производителем. Результаты представлены в таблице 4.13

Применение Целлобактерина обеспечило увеличение прироста и сохранности в сравнении с ферментом. При этом более чем в два раза снизилась изменчивость между партиями по продуктивным показателям, что говорит о большей стабильности результатов при использовании Целлобактерина.

Таблица 4.12. Основные результаты и расчет экономической эффективности выращивания цыплят – бройлеров

№ п/п	Показатель	Ед. измер.	Вариант		
			Базовый	Новый 1	Новый 2
1	Принято на выращивание	гол.	120	120	120
2	Срок выращивания	дней	49	49	49
3	Сохранность	%	94,2	95,0	95,0
4	Живая масса 1 гол. в суточном возрасте	г	41,5	41,5	41,5
5	Живая масса 1 гол. в 7-недельном возрасте, г	г	2199,3	2110,9	2130,2
6	Живая масса всего поголовья	кг	248,5	240,64	242,84
7	Прирост живой массы всего	кг	243,54	235,66	237,91
8	Затраты корма на 1 кг прироста живой массы	кг	2,12	2,16	2,15
9	Стоимость 1 ц комбикорма: в т.ч. для 1-28-дневного возраста для 29-49-дневного возраста	руб.	695,61 741,09 667,24	525,92 582,97 492,76	580,97 637,57 547,36
10	Затраты на получение прироста живой массы, всего	руб.	7200,48	6146,01	6504,4
11	в т.ч. корма	кг	516,30	504,55	512,70
12	на сумму	руб.	3591,42	2653,53	2978,6
13	прочие прямые затраты	руб.	2206,62	2135,32	2155,7
14	Зарплата	руб.	954,91	924,02	932,85
15	накладные расходы	руб.	447,53	433,14	437,28
16	Себестоимость 1 кг прироста живой массы	руб.	29,57	26,08	27,34
17	Убойный выход	%	75,2	75,6	75,0
18	Выход убойной массы	кг	186,87	181,92	182,10
19	Категорийность тушек:				
20	в т. ч. 1 категории	%	85,1	83,2	83,0
21	2 категории	%	14,9	16,8	17,0
22	1 категории	кг	159,03	151,36	151,14
23		руб.	7619,13	7251,66	7241,1
24	2 категории	кг	27,84	30,56	30,96
25		руб.	1113,60	1222,40	1238,4
26	Стоимость суточных цыплят	руб.	654,00	654,00	654,00
27	Затраты на убой и переработку	руб.	654,05	636,72	637,35
28	Затраты на производство мяса всего	руб.	8508,53	7436,73	7795,8
29	Себестоимость 1 кг мяса	руб.	45,53	40,88	42,81
30	Выручка от реализации всего	руб.	8732,73	8474,06	8479,5
31	Реализационная цена 1 кг мяса	руб.	46,73	46,58	46,57
32	Рентабельность	%	2,6	13,9	8,8

Таблица 4.13. Результаты производственных испытаний целлобактерина в сравнении с отечественным ферментом

Показатели	Целлобактерин	Фермент
Число голов	172000	175000
Среднесут. привес, г/день	39.4	39.0
Изменчивость между партиями по привесу (дисперсия)	0.62	1.28
Затраты корма, кг/кг	2.32	2.33
Изменчивость между партиями по затратам корма	0.01	0.02
Сохранность, %	94.8	93.2
Изменчивость между партиями по сохранности	0.06	3.90

Во втором сравнительном производственном испытании бройлеры опытной группы получали Целлобактерин в дозе 1 кг/т. В контрольной группе использовался фермент известной западной фирмы в дозе, рекомендованной производителем. Результаты представлены в таблице 4.14.

Таблица 4.14. Результаты производственных испытаний целлобактерина в сравнении с импортным ферментом

	Целлобактерин	Фермент
Число голов	105000	105000
Среднесуточный прирост, г/день	46,85	46,77
Затраты корма, кг/кг	1,96	1,86
Сохранность	95,0	94,6

В данном случае Целлобактерин обеспечил снижение затрат корма на 5.1% и увеличение сохранности на 0.4% в сравнении с кормовым ферментом

Выводы и рекомендации

- Ферментативный пробиотик Целлобактерин представляет собой препарат на основе живой микробной культуры, обладающий ферментативным и пробиотическим действием.
- Целлобактерин следует вводить в комбикорма для птицы всех возрастов и направлений продуктивности в дозе 1 кг/т.

- Целлобактерин устойчив к гранулированию при температуре до 80ºС. В случае применения более высоких температур следует использовать термостойкую форму Целлобактерин Т. Целлобактерин Т выдерживает прогревание до 105ºС, что позволяет включать его в комбикорма перед экспандированием. В сомнительных случаях следует обращаться к производителю Целлобактерина для контроля выживания препарата после термического воздействия.

- Целлобактерин не уступает, а часто и превосходит кормовые ферменты по способности повышать эффективность усвоения корма и улучшать зоотехнические показатели. Ферментативный пробиотик Целлобактерин может полностью заменить ферменты и пробиотики в рационе.

- Возможно также сочетание Целлобактерина с кормовыми ферментами. При этом следует применять половину дозы Целлобактерина и фермента для того, чтобы избежать неоправданного удорожания рациона.

Целлобактерин в современном промышленном свиноводстве

Целлобактерин заменяет нескольких кормовых добавок и позволяет в целом упростить и удешевить набор биологически активных компонентов рациона. Целлобактерин следует применять на всех стадиях производственного цикла, однако особенно заметные результаты препарат приносит в тех случаях, когда необходимо компенсировать недостаточную активность собственной пищеварительной системы молодых животных, справиться с дисбактериозом, нормализовать кишечную микрофлору. На Ильиногорском свинокомплексе Целлобактерин используют, в первую очередь, на отъеме и доращивании. Прежде, чем приступить к широкому промышленному применению, специалисты предприятия провели серию производственных опытов. Результаты некоторых из них представлены в настоящей статье.

В первых опытах ставилась цель изучить влияние Целлобактерина на приросты и сохранность отстающих в росте поросят. На каждом комбинате было выделено по одному сектору для выращивания таких поросят. В соответствии с принятой технологией отъем осуществлялся возрасте 28 или 32 дней, перевод в сектор нормального отъема, соответственно, в возрасте 53 или 61 дня. Животные контрольной и опытной групп находились в одном и том же секторе в идентичных условиях. В сектора поросят помещали сразу же после отъема от свиноматок. Кормление поросят весь период нахождения в секторах производили сухим стандартным комбикормом СК-3 вволю, составленным в соответствии с детализированными нормами кормления и физиологического состояния животных. Опытной группе в корм добавляли Целлобактерин из расчета 1 кг на 1 т, введение кормовых антибиотиков не допускалось. Контрольную группу кормили стандартным кормом СК-3 с добавлением смеси антибиотиков ("Медикато").

Основные результаты проведенных исследований приведены в таблице 4.15. Животные, получавшие Целлобактерин, показали среднесуточный прирост на 26,9 г (23%) выше, чем поросята, выращенные по традиционной

технологии. При передаче в сектор нормального отъема для дальнейшего доращивания средняя живая масса опытных поросят составила 10,3 кг, а контрольных – 9,8 кг, что на 0,5 кг (5 %) больше. Сохранность опытных поросят по падежу составила 87,6 %, аналогичный показатель у контрольных групп – 78,8 %. При практически равном количестве потребленного корма в расчете на 1 голову за день поросята, получавшие Целлобактерин, затратили на 1 кг прироста на 0,66 кг (17,4 %) корма меньше, чем сверстники, не получавшие препарата (3,13 кг и 3,79 кг соответственно). Лучшие зоотехнические показатели, а также снижение затрат на кормовые и ветеринарные препараты обеспечили экономический эффект применения Целлобактерина от 31 до 42 руб на 1 гол., поставленную на опыт.

По получении положительных результатов на ослабленных поросятах, были проведены более широкие производственные испытания Целлобактерина в сравнении с новым антибиотиком широкого спектра действия на всем периоде доращивания, составляющем 80 дней. Поступавшие с одного сектора опороса сразу же после отъема маток поросята, помещались как в опытную, так и в контрольную группу. Первые 14 дней нахождения на участке доращивания поросят опытных групп кормили сухим стандартным комбикормом СК-3 в волю с добавлением Целлобактерина в количестве 1 кг на 1 тн корма. После достижения 42-дневного возраста поросят переводили на кормление сухим стандартным комбикормом СК-4, а с 65 дня жизни на СК-5. Поскольку в период проведения испытаний не было возможности ввести Целлобактерин в рецепты СК-4 и СК-5, то препарат вводили только в периоды ручного кормления с 55 по 57 и с 77 по 79 дни жизни после проведения противодизентерийных обработок в дозе 1 кг на 1 т корма. Животным контрольных групп первые семь дней после постановки на участок доращивания добавляли в корм антибиотик из расчета 2 кг на 1 тн сухого стандартного комбикорма СК-3. С 42 дня жизни поросят кормили стандартными СК-4 и СК-5. По завершении периода доращивания животные опытных и контрольных групп были переведены на участки откорма.

Испытания проходили в сложной эпизоотической обстановке. Среднесуточный прирост на всех группах значительно отставал от технологического, однако, за счет большей сохранности данный показатель на опытном поголовье на 10 г превзошел контрольные группы (227 г у опыта и 217 г у контроля). В опытных группах, поросята болели, но не погибали, а выздоравливали и в дальнейшем отправлялись на участки откорма. В контроле процент погибших среди заболевших был значительно выше. По проценту передачи на откорм и ремонт опытные группы превосходили контрольные на 8,5%. Экономический эффект применения Целлобактерина в данных испытаниях за счет лучшей сохранности, привесов и экономии лекарственных средств составил 110 руб. на одну голову., поставленную на испытания. Следует иметь ввиду, что эффект был достигнут даже при сокращенном по сравнению с рекомендуемом разработчиком препарата периоде его применения.

В настоящее время на ОАО «Ильиногорское» Целлобактерин вводят после отъема постоянно в течение первых 45 дней доращивания.

Таблица 4.15. Влияние Целлобактерина на результаты выращивания ослабленных отъемышей в пиг-балиях. Усредненные данные по трем опытам.

Показатель	Ед. изм.	Опыт Целлобактерин	Контроль	+ - к контролю
Поставлено поросят	гол.	516	523	-7
	кг	3159	3209	-50
Продано	гол.	6	22	
	кг	49	181	
Пало	гол.	64	111	-47
	кг	359	647	-288
Перевод в др. группы	гол.	11	19	-8
	кг	88	142	-54
Передано в сектора норм. отъема	гол.	435	371	+64
	кг	4486	3639	+847
Ср. вес 1 гол.	кг	10,31	9,81	+0,50
Валовый прирост	кг	1823	1400	+423,0
Ко-во кормодней		12823	12147	+676
Ср. сут прирост	г	142,2	115,3	+26,9
Сохранность по падежу	%	87,6	78,8	+8,8
Сохранность по передаче	%	84,3	70,9	+13,4
Скормлено СК-3 всего	кг	5700,0	5300,0	+400
на 1 гол. в день	кг	0,445	0,436	+0,008
на 1 кг прироста	кг	3,13	3,79	-0,66
Дни содержания	дни.	20	20	
Израсходавано:				
Целлобактерина	кг	5,70		
Медикато	кг		12	