

Микробиологические препараты в системе питания и защиты зерновых культур

Заплаткин А.Н. , лаборатория технологии микробных препаратов

Для решения задач,
с которыми не справляются классические подходы,
мы используем возможности живых организмов

Направления деятельности



проведение прикладных исследований в сфере сельскохозяйственной микробиологии;



создание новых форм микробиологических препаратов для растениеводства и кормопроизводства;



разработка инновационных технологий и аппаратурно-технологических линий производства средств защиты растений;



масштабирование разработок и промышленное производство препаратов;



внедрение технологий по комплексной биологизации в АПК.

На сегодняшний день лаборатория принимает участие в реализации следующих программ:

1. Проект «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы.
2. Научный центр мирового уровня (НЦМУ) «Агротехнологии будущего», в рамках национального проекта «Наука», по направлению: «Создание линейки новых микробиологических препаратов на основе принципа дополненности функций микробов и растений как единой системы, а также технологий производства и применения микробиологических препаратов».

Продуктовый портфель

Микробиологические удобрения (инокулянты)

Экстрасол®, *Bacillus subtilis* ч-13 – улучшение питания, ускорение роста и увеличение продуктивности основных сельскохозяйственных культур, повышение устойчивости к инфекциям и стрессам.

БисолбиПлант®, *Bacillus pumilus* BIS88 – увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур на малоплодородных, засоленных и техногенно загрязненных почвах.

Биофунгициды

БисолбиСан®, *Bacillus subtilis* ч-13 – защита зерновых, сои, картофеля и капустных культур от комплекса грибных и бактериальных болезней: корневые гнили, ризоктониоз, сосудистый и слизистый бактериозы и т.д.

БисолбиЦид®, *Bacillus subtilis* BL 01 – защита томата от бактериозов, корневых гнилей и яблони от бактериального ожога плодовых.

Состав препарата:



Вегетативные клетки < 10 %



Споровая культура > 90 %
(от общего числа клеток)



Продукты бактериального метаболизма: антибиотики, ферменты, фитогормоны, витамины и т.д.

Технологические преимущества:



Легко встраиваются в основные технологические процессы



Не требуют холодильного хранения.
Срок годности - 24 месяца при t от 0 до + 25 ° C



Совместимы с большинством ХСЗР, удобрений и стимуляторов

БисолбиСан® - биопестицид для защиты зерновых и зернобобовых культур



БисолбиСан, Ж - бактериальный фунгицид и бактерицид

Действующее вещество (по ISO): *Bacillus subtilis*, штамм Ч-13 + метаболиты, полученные в процессе культивирования штамма.

Концентрация (титр): не менее 100 млн. КОЕ/мл.

Номер государственной регистрации: 174-02-107-1

Назначение: контактный фунгицид (бактерицид) и протравитель посевного и посадочного материала для борьбы с комплексом заболеваний.

Период защитного действия при обработках по листу: 10-14 дней; при обработке семян – в течение всего периода вегетации.

Механизм действия: подавляет прорастание спор и рост мицелия за счет многостороннего воздействия бактериальных метаболитов: литических ферментов, антибиотиков и т.д. Дополнительный защитный эффект достигается за счет повышения жизненного статуса растения, лучшего поступления элементов питания и толерантности к стрессам.

Способ применения: обработка посевного / посадочного материала, опрыскивание вегетирующих растений, внесение путем фертигации в открытом и закрытом грунте.

Совместимость с другими пестицидами: совместим в баковых смесях с химическими фунгицидами, инсектицидами, гербицидами и удобрениями. **Не совместим с бактерицидами сплошного спектра действия:** Фитолавин, фунгициды на основе соединений меди и др. Микробные препараты применять на 4-ый день после препаратов указанных выше.

Совместимость с химическими средствами защиты

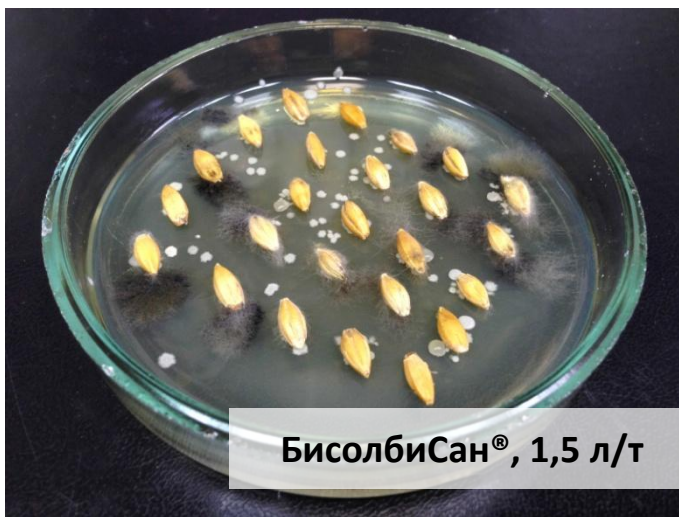
Представленные препараты отлично сочетаются в баках с КАС, ЖКУ и химическими средствами защиты. Исключение составляют антибиотики (Фитолавин, ВРК) и фунгициды на основе соединений меди, угнетающие развитие бактерий.

Лабораторными экспериментами подтверждена совместимость со следующими **протравителями**: Бункер, ВСК; Виал Траст, ВСК; Виал Трио, ВСК; Витарос, ВСК; Кредо, СК; Оплот, ВСК; Оплот Трио, ВСК; Табу Нео, СК; Табу Супер, СК; Терция, СК; ТМТД, ВСК и **фунгицидами**: Колосаль КЭ; Колосаль Про КМЭ; Кредо СК; Метаксил СП; Раёк КЭ; Ракурс СК; Спирит СК; Талант СК и многими другими пестицидами.

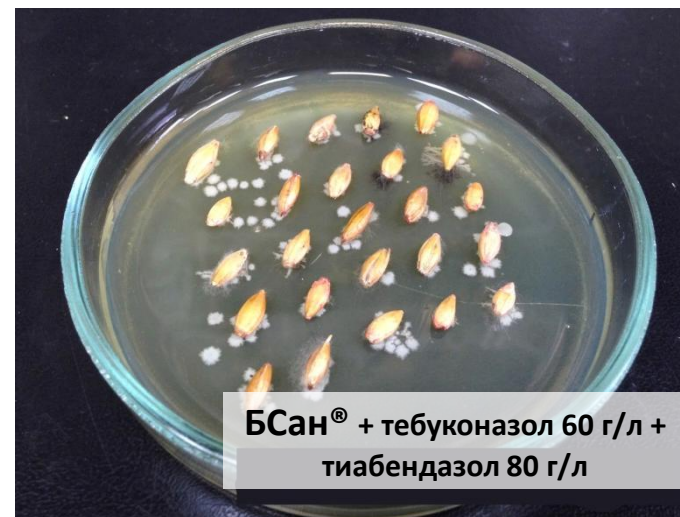
Допускается заблаговременное протравливание семян микробными препаратами в баке с приведенными протравителями!



Контроль, вода



БисолбиСан®, 1,5 л/т

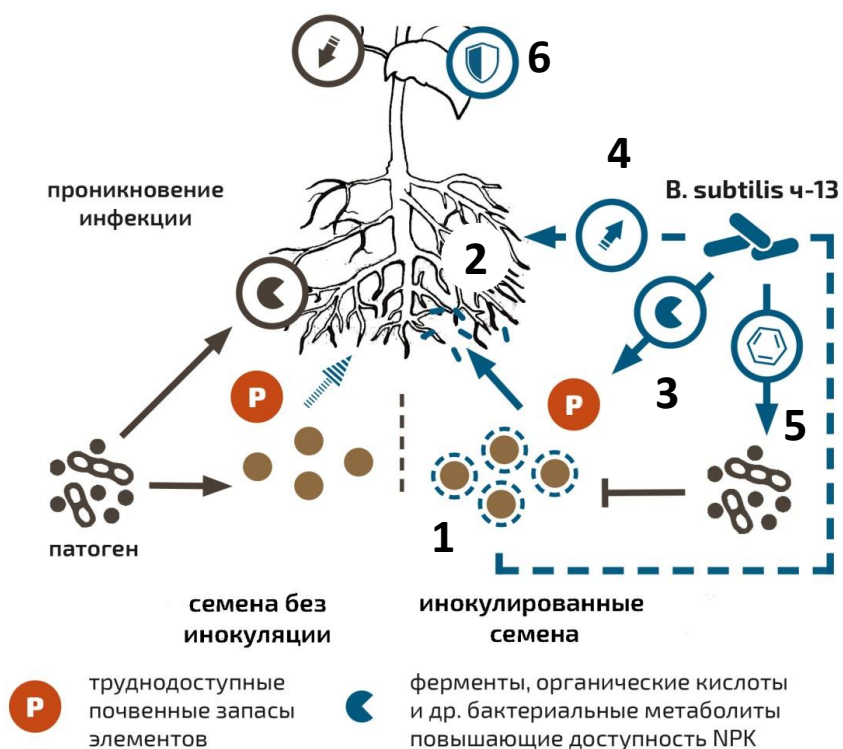


БСан® + тебуконазол 60 г/л +
тиабендазол 80 г/л

Развитие плесневых грибов (*Aspergillus spp.*) и альтернариоза (*Alternaria alternata*) зерна в зависимости от обработки семян препаратами. Опыт проводили на естественном инфекционном фоне (естественная микробиота зерна). Контрольные семена обрабатывали стерильной водой, опытные семена - соответствующими препаратами. Кремовые точки вокруг зерна – колонии штамма Ч-13. **Максимальная эффективность** получена при совмещении биологического агента и системного химического протравителя за счет объединения различных механизмов биоконтроля. При этом угнетающего воздействия химического компонента на развитие бактериальной культуры не происходит.

Общая схема растительно-микробного взаимодействия

Механизм действия: инокуляция семенного материала и вегетирующих растений



1. Прорастание спор. При обработке препаратами происходит инокуляция растений бактериальными спорами. После прорастания спор в вегетативные клетки, бактерии устремляются в зону активного выброса корневых и листовых экссудатов (выделений).

2. Колонизация растительных тканей. Питаясь экссудатами, бактерии интенсивно размножаются и заселяют растительный организм. Воздействие на растение и вредные объекты осуществляется за счет синтеза штаммом метаболитов регулирующего и защитного действия.

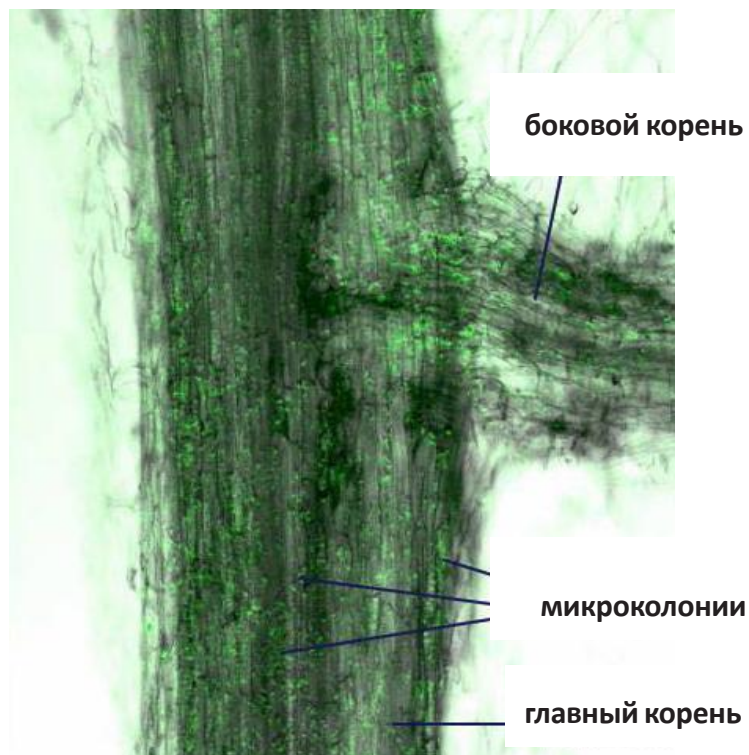
3. Мобилизация элементов питания. Ферменты, органические кислоты и хелатирующие комплексы, продуцируемые штаммом, повышают доступность элементов питания из почвы и удобрений.

4. Регуляция ростовых процессов. Под воздействием фитогормонов, витаминов и других физиологически активных соединений, происходит регуляция роста и развития растения; повышается активность фотосинтеза; стимулируется процесс корнеобразования; увеличивается поглощение элементов питания из почвы и удобрений.

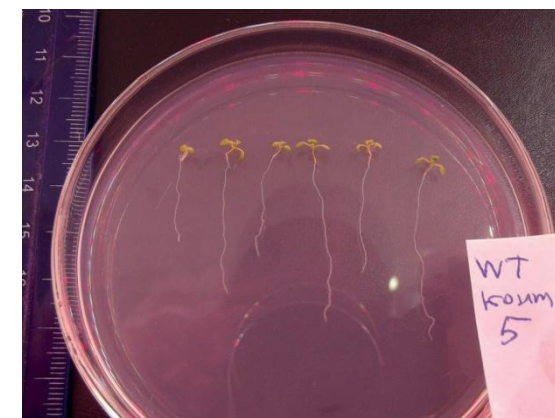
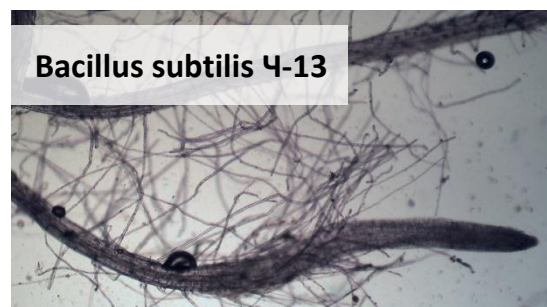
5. Защита от болезней. Строится на антагонизме между бактериальной культурой и возбудителями инфекций. Литические ферменты и токсины ограничивают рост патогенов в корнеобитаемой зоне и снижают вероятность инфицирования растений.

6. Индукция устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам.

Колонизация корневой системы, регуляция роста

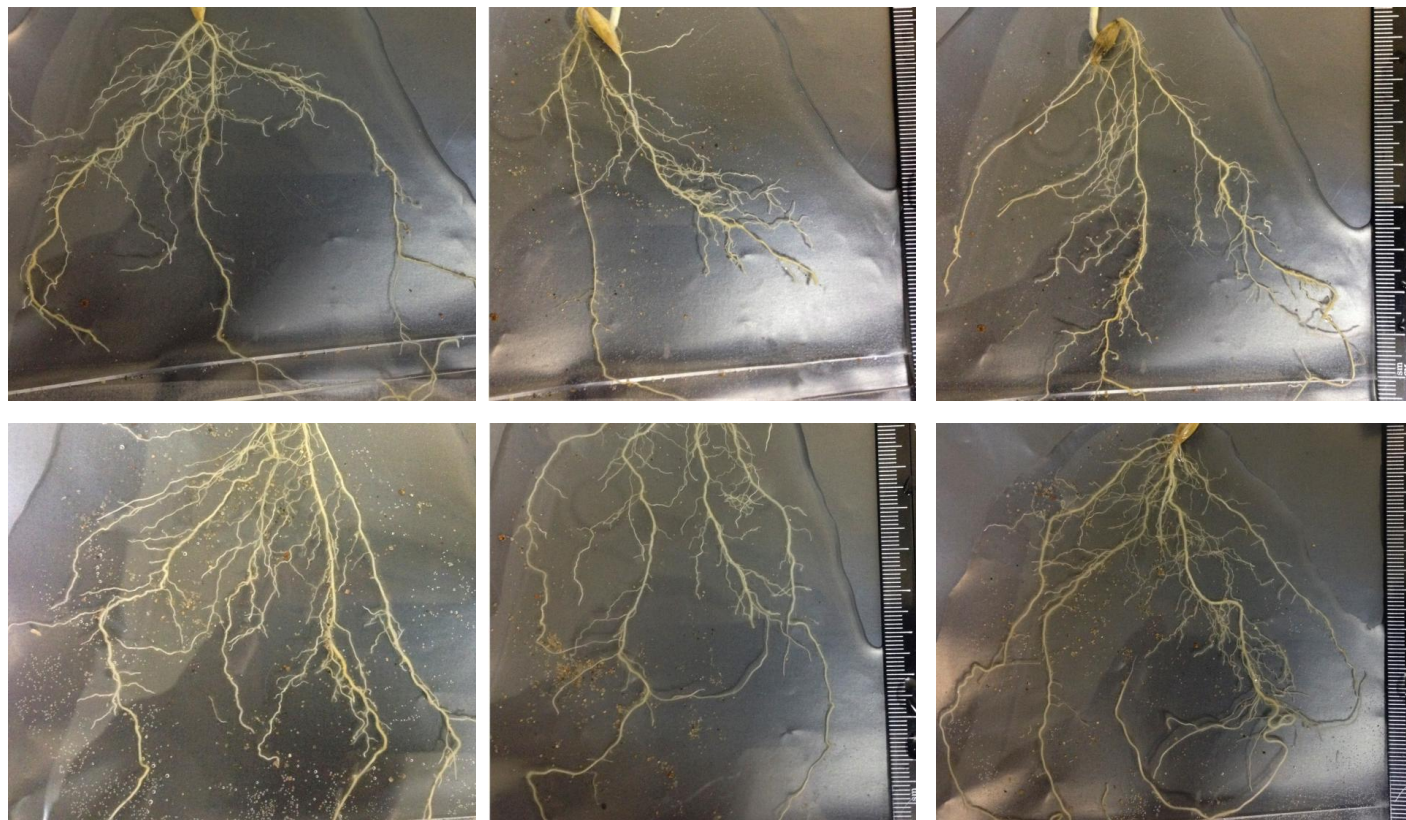


Локализация бактериальных колоний на корневой системе после обработки семян препаратом **БисолбиСан®**. Микробы заселяют те участки на корне, через которые растение активно выбрасывает в почву экссудаты богатые элементами питания, снижая при этом их доступность для патогенов.



Воздействие бактериальной культуры на развитие мутанта *Arabidopsis* (Резуховидки Таля, сем. капустные), утратившего способность к синтезу **ауксина**. Гармоничное развитие мутанта в опытном варианте достигнуто благодаря воздействию на растение бактериальных ауксинов и других фитогормонов. Опыт также демонстрирует целенаправленное движение бактерий от места их нанесения на питательный агар к корням.

Колонизация корневой системы, регуляция роста



Растения выращивали в стерильном песке с применением питательного раствора в течение 16 дней. Замер длины зародышевых корней проводили с помощью программы ImageJ 1.50b.



Влияние инокуляции семенного материала на развитие корневой системы овса: вверху – растения выращенные из семян обработанных водой, внизу – обработанных препаратом **БисолбиСан®**. Интенсивный рост корней вызван воздействием бактериальных ауксинов, синтезируемых штаммом из аминокислоты L-триптофан, содержащейся в корневых выделениях растений. Также благодаря ферментам, аминокислотам и другим физиологически активным соединениям, синтезируемым штаммом, **снижается фитотоксичность химических протравителей** и их угнетающее воздействие на энергию прорастания и формирование корневой системы.

Колонизация корневой системы, улучшение питания



Классическая нитроаммофоска
NPK 16:16:16



Нитроаммофоска модифицированная
сухой формой препарата **Бисолби(Т), П**

Модельные опыты с растениями кукурузы, классическими и модифицированными бактериальной культурой удобрениями показали, что микроорганизмы повышают содержание хлорофилла, активируют процессы фотосинтеза и тем самым значительно улучшают корневое питание. Под воздействием бактериальных ферментов и органических кислот, подкисляющих почвенный раствор вокруг корневой системы, происходит повышение биологической доступности фосфора из малорастворимых почвенных запасов. Аналогичным образом штамм *Bacillus subtilis* Ч-13 способствует переходу и других макро- и микроэлементов из связанного состояния в доступную, легкоусвояемую для растения форму.

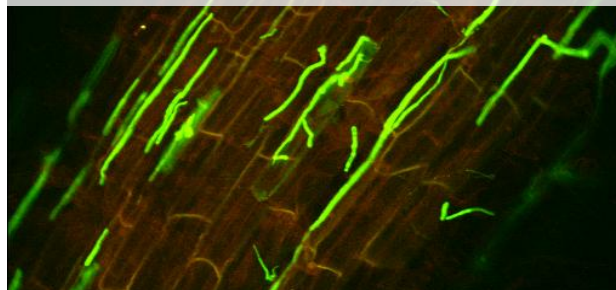
Воздействие на растительный организм микробных метаболитов улучшает гормональный статус и способствует инициации, удлинению боковых корней и корневых волосков, что позволяет растению получать элементы питания и влагу из большего объема почвы.

Ограничение развития патогенов

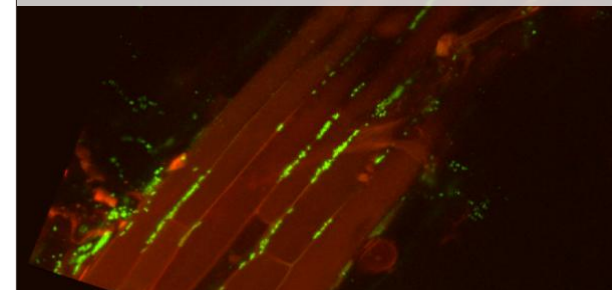


Демонстрация антагонизма к возбудителю корневых гнилей *Fusarium graminearum*. В лунки справа закапан препарат **БисолбиСан®**, в лунки слева – вода. Подавление роста мицелия происходит за счет секреции штаммом литических ферментов, токсинов и летучих соединений биоцидного действия.

Инфицирование корня мицелием
Fusarium sp.



Локализация бактериальной
культуры

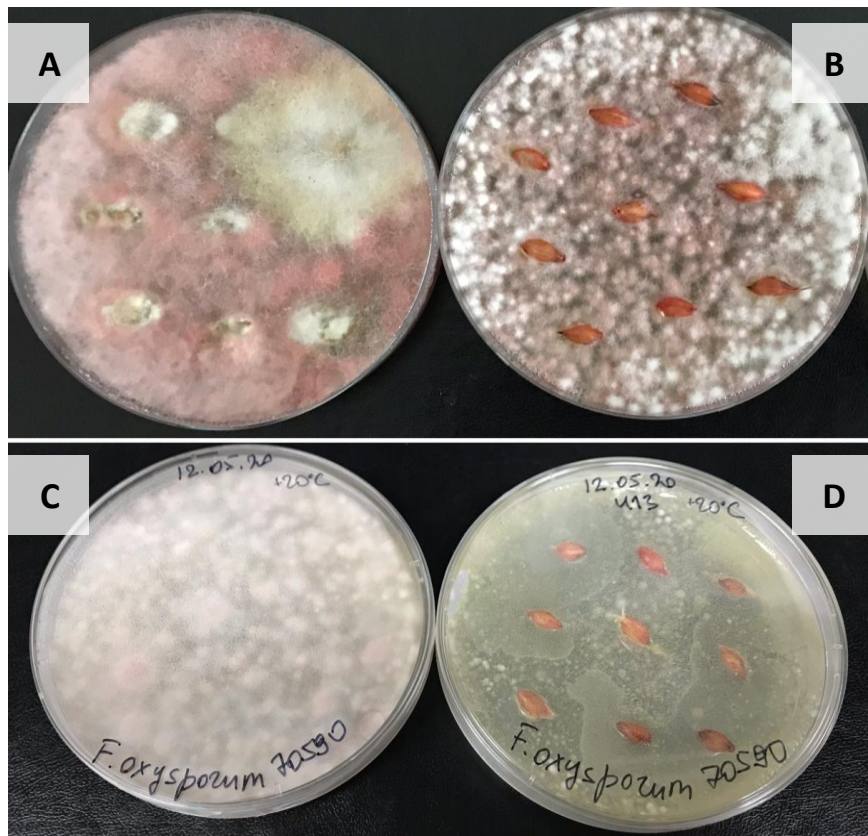


Защита от болезней строится на антагонизме между бактериальной культурой и возбудителями инфекций. После заселения микроорганизмами корневой системы и надземных частей растения, на их поверхностях образуются микроколони и биопленки, создающие защитный барьер и снижающие вероятность инфицирования. Биоконтрольные свойства осуществляются за счет секреции штаммом литических ферментов, антибиотиков и токсинов.

Объединение препарата БисолбиСан® в баковой смеси с химическими СЗР позволят:

- заселить экологические ниши, освободившиеся после уничтожения патогенов химическими фунгицидами, агрономически полезной микрофлорой;
- снизить фитотоксичность химических препаратов на культуру;
- повысить биологическую эффективность и расширить спектр каждого из препаратов благодаря объединению различных механизмов действия;
- эффективно защитить культуру в условиях, когда активность бактериального компонента снижена (температура почвы < + 10 °C или > + 45 °C, влажность корнеобитаемого слоя почвы ниже 20 % НВ).

Ограничение развития патогенов



Подавление возбудителя корневых гнилей *F. oxysporum*.

А - семена обработанные стерильной водой; **В** - семена протравленные химическим протравителем, полная норма (25 г/л флудиоксонила + 15 г/л тебуконазола + 10 г/л азоксистробина); **С** - контрольная чашка с чистой культурой возбудителя; **Д** – семена обработанные баковым раствором хим. протравителя и препарата **БисолбиСан®** в норме 2 л/т.

К одним из наиболее вредоносных болезней зерновых культур относят группу возбудителей вызывающих фузариозные (грибы *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum*, *F. gibbosum*, *F. culmorum*) и гельминтоспориозные (*Bipolaris sorokiniana*) корневые гнили. Болезнь поражает корневую систему, эпикотель, узел кущения и нижнюю часть стебля. При условиях благоприятных для развития заболевания отмирают боковые стебли, нарушается водный и пищевой режим. При раннем поражении снижается всхожесть и сила роста, растения существенно отстают в развитии. Интоксикация растения и трахеомикоз в итоге приводит к белоколосости или щуплости зерна, а недобор урожая может составлять до 40 %.

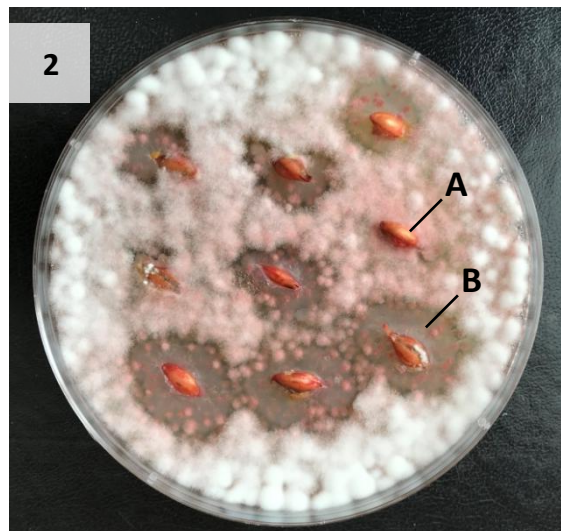
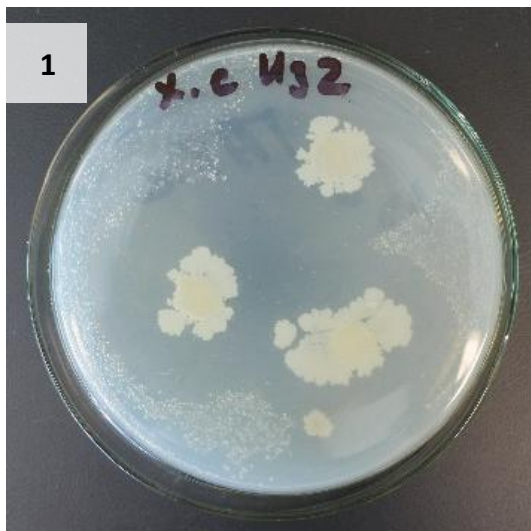
Основными источниками инфекции выступают пораженные растительные остатки с мицелием и покоящимися структурами возбудителя (конидии, хламидоспоры), инфицированные семена, дикорастущие и кормовые злаки. Минимальная температура для инфицирования и развития гриба составляет +3°C (оптимальная + 20°C) при наличии капельной влаги.

Самой действенной мерой сдерживания распространения заболевания является проведение фитопатологической экспертизы семян и посев качественными семенами, а также протравливание посевного материала.

Поскольку химические протравители имеют ограниченный период защитного действия, и для более эффективного контроля устойчивых рас патогенов, наиболее действенным приемом является их совмещение с препаратами на основе бактериальных штаммов.

На фото показан синергетический эффект от совместного применения протравителя и препарата **БисолбиСан®**. Максимальное подавление инфекции наблюдается при объединении ядов, уничтожающих как внутрисеменную инфекцию, так и инфекцию находящуюся на поверхности семян, и активного колонизатора-антагониста, занимающего освободившееся пространство и препятствующего повторному росту гриба.

Ограничение развития патогенов



1. Подавление роста возбудителя сосудистого бактериоза капусты *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Демонстрация антагонистической активности методом «агаровых блоков». Светлые зоны свидетельствуют о подавлении возбудителя инфекции за счет диффузии и распространения в питательном агаре антимикробных соединений, вырабатываемых штаммом *Bacillus subtilis* Ч-13.

2. Подавление возбудителя корневых гнилей в зависимости от обработки семян препаратами: А – зерновка обработанная химическим протравителем (азоксистробин 40 г/л, дифеноконазол 90 г/л, тебуконазол 45 г/л); В – зерновка обработанная химическим протравителем и препаратом **БисолбиСан® 2 л/т**.

В питательный агар предварительно внесены конидии патогена, в концентрации существенно превышающей природную максимально возможную инфекционную нагрузку, даже при возделывании монокультуры. Зоны, образовавшиеся вокруг семян – бактериальные колонии, подавившие развитие гриба за счет быстрого освоения субстрата и секреции биоцидных веществ.

Широкий спектр активности штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 обусловлен обширным перечнем синтезируемых антибиотических соединений и гидролитических ферментов. Существенным преимуществом препаратов на его основе является биоконтроль таких серьезных и увеличивающих свою вредоносность болезней, как бактериозы, не поддающиеся химическим фунгицидным препаратам.

Некоторые бактериальные метаболиты и механизм их воздействия.

1. Антибиотики. Штамм синтезирует множество токсинов из различных химических групп, например циклические липопептиды (сурфактины, фенгицины, итурины). Итурин нарушает синтез эргостерина - структурного компонента мембран грибных клеток, вызывая нарушения роста и гибель патогена. Сурфактин вызывает нарушение избирательной проницаемости мембран бактериальных и микоплазменных клеток, вызывая их разрушение. Сурфактин усиливает защитный эффект итурина, а также запускает у растений защитные механизмы и является индуктором иммунитета. Фенгицин воздействует на фосфолипиды грибных мембран, подавляя рост мицелия и образования спор.

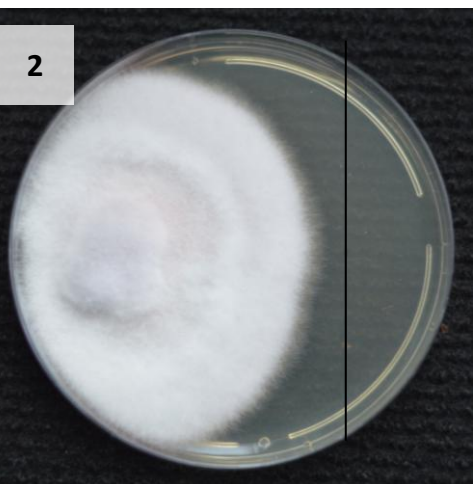
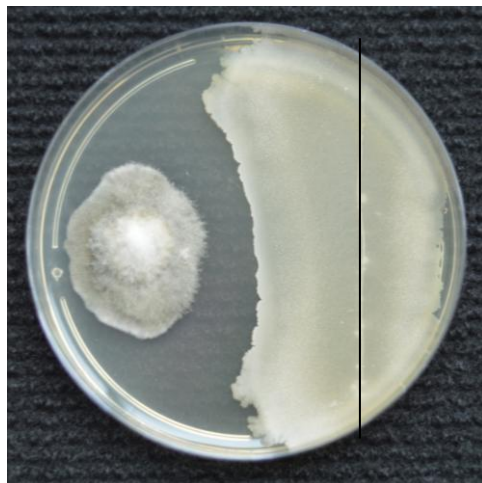
2. Хитиназы. Гидролитические ферменты лизируют основной компонент клеточной стенки грибов – хитин, эффективно ограничивая тем самым распространение и проникновение инфекционного начала в растение.

Защитное действие штамма достигается не только за счет прямого воздействия на вредный объект, но и за счет повышения жизненного статуса растения: лучшего поглощения элементов питания, толерантности к стрессам и т.д.

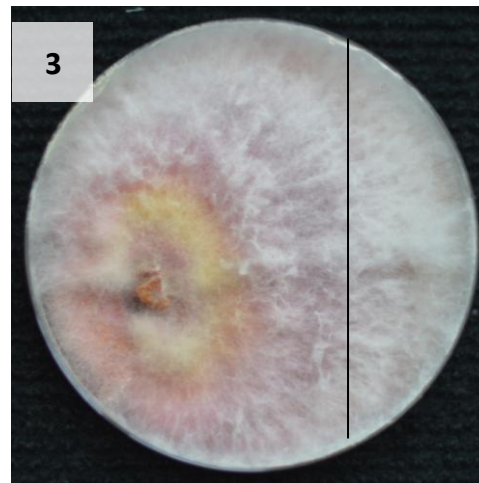
Ограничение развития патогенов



1 *B. sorokiniana*, выделенный из корневой системы ячменя (Челябинская обл.);



2 *F. oxysporum*, выделенный из корневой системы ячменя (Челябинская обл.)



3 *F. culmorum*, выделенный из зерна ячменя (Ленинградская обл.)



Подавление различных возбудителей корневых и прикорневых гнилей продуцентом препарата **БисолбиСан®**, метод перпендикулярных штрихов.

Мицелий грибов не пересекает контрольную линию нанесения бактериальной культуры, что свидетельствует о высокой степени биологической эффективности штамма *B. subtilis* Ч-13.

Снижение скорости роста мицелия связано с воздействием фунгицидных метаболитов, вырабатываемых бактерией, а также быстрого освоения питательной среды препятствующего дальнейшему развитию инфекции. Угнетение патогена приводит к снижению его активности и прекращению споруляции (образование конидиеносцев и конидий).

Ограничение развития патогенов

Применение препарата **БисолбиСан®** в норме **2 л/т** зерна, обеспечивает оптимальную начальную нагрузку спор - не менее 120 тысяч КОЕ (колоний образующих единиц) на зерновку! Благодаря этому и высокой конкурентоспособности штамма ***Bacillus subtilis* Ч-13**, по отношению к другим почвенным микроорганизмам, происходит быстрое и эффективное заселение поверхности корневой системы, снижаются риски заражения всходов почвенной инфекцией.

Взаимодействуя с растением, бактериальная культура активирует сложные биохимические реакции, приводящие к выработке иммунитета и повышению устойчивости к неблагоприятным погодно-климатическим факторам. За счет этого меньше энергетических ресурсов тратится на адаптацию к стрессу и более эффективно реализуется генетический потенциал растений.

Для оценки эффективности препарата в качестве протравителя, был проведен модельный опыт имитирующий высев семян в почву с высокой инфекционной нагрузкой. Семена, обработанные стерильной водой и препаратом, высаживали в сосуды с песком, куда предварительно вносили расчетную нагрузку возбудителя корневых гнилей *Fusarium culmorum* в виде конидий и мицелия. У семян обработанных водой была снижена всхожесть, сильно поражены первичные, вторичные корни и coleoptиль. Дальнейшее развитие заболевания привело к сильному отставанию в росте и почти полной гибели контроля. Инокуляция бактериальной культурой позволила существенно снизить вредоносность патогена и подтвердить высокую эффективность штамма не только на чашках, но и в системе **растение – патоген – антагонист**.



Технология применения: яровые и озимые зерновые

Способ применения	Период действия	Получаемый эффект
Протравливание семян, включение в баковую смесь с химическими протравителями	весь период вегетации	- заселение поверхности семян и корневой системы антагонистами патогенов, в качестве дополнительной защиты от широкого спектра почвенной инфекции, включая корневые, прикорневые гнили, бактериозы и т.д.; - в качестве антидота, для снижения фитотоксичности химических протравителей; - повышение всхожести, энергии прорастания и развития корневой системы, повышение коэффициента кущения; - увеличение поглотительной способности корней, эффективности применения минеральных и органических удобрений на 20 - 30 %;
Опрыскивание вегетирующих растений в баке с применяемыми в данную фазу развития культуры препаратами: 1-2 раза за период развития культуры	защитный период 10-14 дней	- заселение свободных экологических ниш листьев и стеблей, сформированных после применения химических фунгицидов, для профилактической защиты от инфекций: листовые пятнистости, ржавчина, септориоз и т.д.; - снижение стресса от неблагоприятных погодных-климатических условий, гербицидных и других химических обработок; - стимуляция роста и развития, усиление активности фотосинтеза.

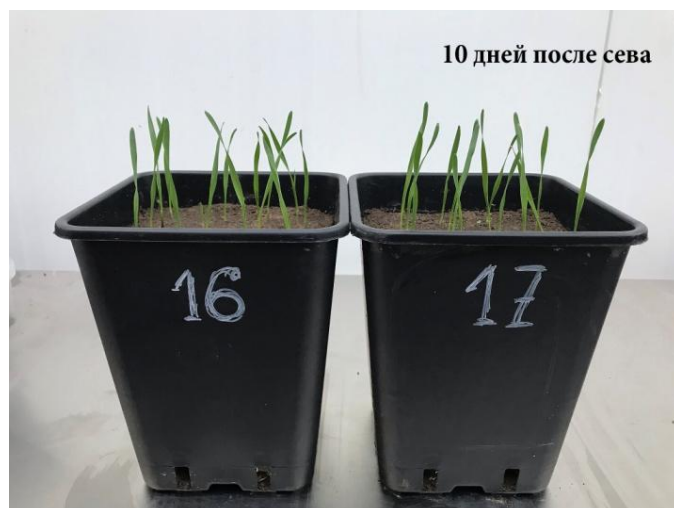
Баковая смесь
БисолбиСан® в норме 1-2 л/т
с инсекто-фунгицидным
протравителем



Баковая смесь
Экстрасол® в норме 1-2 л/га с
ХСЗР применяемыми в фазу
кущения-колошения



Вегетационные опыты по протравливанию семян, озимая пшеница сорт Реформ



Перед полевыми и производственными испытаниями у вегетационных опытов имеется ряд существенных преимуществ, которые позволяют более детально и корректно изучать влияние того или иного препарата на рост и развитие растений.

Во-первых, появляется возможность уйти от почвенной разницы по вносимым удобрениям, инфекционной нагрузке и увлажнению, а также нивелировать разницу в естественном плодородии.

Во-вторых, мы изначально контролируем густоту растений на единице площади и формируем одинаковую площадь питания, а также точно задаем необходимую глубину посадки.

В-третьих, растения находятся под ежедневным наблюдением, и мы можем установить, с какого момента в их развитии появляются отличия, т.е. оценить влияние инокуляции семян на ранних фазах развития культуры, что практически невыполнимо в поле по причине его высокой неоднородности.

Ключевой момент при проведении микровегетационных испытаний - создание одинаковых условий выращивания, начиная с почвы. Для этого почва с поля просеивается, удаляются камни, корневища и отбивается крупная фракция, проводится ее агрохимический анализ. Затем почва перемешивается и приводится к одинаковому весу в каждом сосуде. После посадки создаются и поддерживаются одинаковые условия по освещенности, температуре и уровню увлажнения.

Опыт на озимой пшенице сорт Реформ, 2021 г.

16 – химический протравитель 2,5 л/т (Тритиконазол (20 г/л) + Прохлораз (60 г/л))

17 – химический протравитель 2,5 л/т + **БисолбиСан® 2 л/т.**

На начальном этапе развития значительного визуального различия отмечено не было, что частично связано с созданием оптимальных условий для вегетации пшеницы, и отсутствием абиотических стрессов. Уровень всхожести и энергии прорастания был практически одинаковым. Единственное визуальное отличие, наблюдавшееся в течение двух недель с момента всходов - более правильная, вертикальная ориентация растений.

Вегетационные опыты по протравливанию семян, озимая пшеница сорт Реформ



21 день после сева



30 дней после сева

16 – химический протравитель 2,5 л/т (Тритиконазол (20 г/л) + Прохлораз (60 г/л)): системный препарат для контроля корневых гнилей, снежной плесени и головни.

17 – химический протравитель + **БисолбиСан® 2 л/т**.

Несмотря на высокую эффективность химического протравителя в сдерживании почвенной инфекции, при определенных условиях препарат может проявлять ретардантный эффект, заключающийся в снижении интенсивности развития первичной корневой системы или в задержке всходов. Дело в том, что тритиконазол (как и большинство д.в. из группы Триазолов – ингибиторов синтеза стероидов) может нарушать синтез гиббереллинов и других гормонов, а также снижать транспирацию и нарушать геотропизм, что особенно сильно сказывается при засухе или повышенном переувлажнении.

Начиная с 16-го дня вегетации стали проследиваться отличия в высоте растений, ширине и насыщенности цвета листовых пластин.

Спустя 30-ть дней с момента появления всходов опыт был снят, т.к. из-за нехватки света растения начали вытягиваться. Наблюдавшиеся ранее отличия сохранились, но визуально стали труднее различимы. Вес сырой массы надземной части растений на опытном варианте превысил химически контроль на 8 %. Также инокулированные растения обладали более широкой, массивной листовой пластиной и опережали контрольные по высоте.

Вегетационные опыты по протравливанию семян, озимая пшеница сорт Реформ



16 – хим. протравитель 2,5 л/т (Тритиконазол (20 г/л) + Прохлораз (60 г/л)): системный препарат для контроля корневых гнилей, снежной плесени и головни.

17 – химический протравитель + **БисолбиСан® 2 л/т.**

Основные отличия, в рамках вегетационного испытания, наблюдались в интенсивности развития корневой системы, что вызвано снижением фитотоксичности химического протравителя и выработкой штаммом бактериальных фитогормонов. Мощная корневая система, как яровых, так и озимых культур – залог успешного старта, последующего развития и итоговой продуктивности.

Здоровые и мощные корни позволяют максимально эффективно использовать влагу и элементы питания из почвы и удобрений, поставляя питательные вещества в лист для работы фотосинтетического аппарата. Кроме стимуляции роста и снижения фитотоксичности протравителей, микробы, образующие колонии на корневой системе, продолжают эффективно защищать культуру после ее перезимовки, когда эффективность химических протравителей заметно снижается.

Также за счет лучшего поглощения элементов питания, более эффективного протекания фотосинтеза и синтеза микробами аминокислоты пролин, растения более успешно проходят перезимовку.

Значительная разница между инокулированными и контрольными растениями наблюдается в период стрессов, и на стадии формирования колоса-налива зерна. На более ранних этапах роста у зерновых культур визуальных отличий в поле можно не наблюдать, особенно учитывая некоторую почвенную разницу, огрехи сева и т.д.

Опыт применения на яровых зерновых культурах в Воронежской области



Влияние дополнительного включения препарата **БисолбиСан®** в состав бака при протравливании семян на начальный рост и развитие яровых зерновых культур (Воронежская обл., 2016 год).

А – хозяйственная схема; **В** – хозяйственная схема + БисолбиСан 1,5 л/т

Слева – Рамонский р-н, яровая пшеница сорт Дарья. Сноповые образцы 20-ти контрольных и опытных растений.

Справа – Кантемировский р-н, яровой ячмень.

Опыт применения на озимой пшенице сорт Безостая 100, Краснодарский край



Влияние обработки семян различными протравителями на начальный рост и развитие растений пшеницы.

Производственный опыт, сорт Безостая 100, норма высева 170 кг/га; учет от 29.11.2018 (Краснодарский край, Тбилисский район). Цель опыта – сравнение эффективности химической и интегрированной схемы протравливания семян. **А** – контроль без обработки; **В** – химический протравитель (азоксистробин 10 г/л + прохлораз 60 г/л + тритиконазол 20 г/л); **С** – химический протравитель + **БисолбиСан® 1 л/т**. На фотографиях отчетливо видны более мощные и крепкие корни на варианте **С**, что говорит о снятии избыточной фитотоксичности протравителя и лучшем физиологическом состоянии посевов.

Опыт применения на озимой пшенице сорт Безостая 100, Краснодарский край

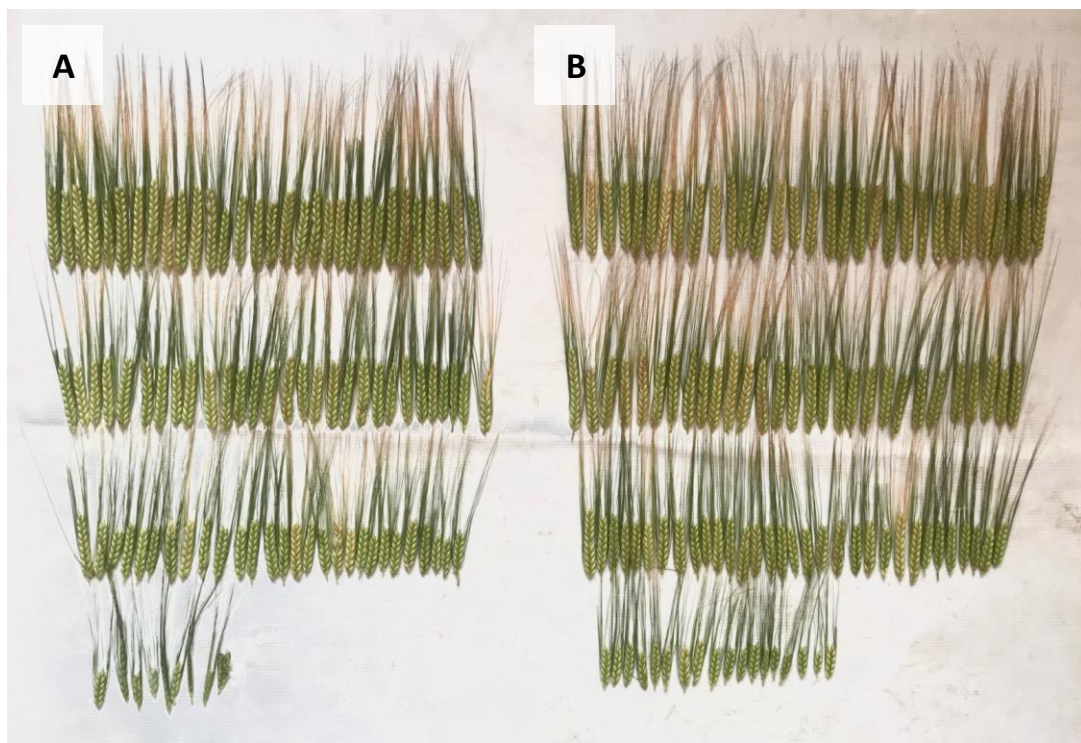
Влияние обработки семян различными протравителями на показатели структуры урожая озимой пшеницы Безостая 100
(Краснодарский край, Тбилисский район, 2018-2019 гг.), по данным ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»

№ вар.	Вариант/препарат	Продуктивный стеблестой, шт/м ²	Масса зерна с 1-го колоса, г	Урожайность, г/м ²	Урожайность, ц/га	Величина сохраненного урожая, ц/га
A	Контроль (семена без обработки)	659	1,22	803,98	80,4	-
B	Хим. протравитель 2,0 л/т	644	1,28	824,32	82,4	+ 2,0
C	Хим. протравитель 2,0 л/т БисолбиСан, Ж 1,0 л/т	678	1,24	840,72	84,1	+ 3,7
D	БисолбиСан, Ж 1,0 л/т	616	1,33	819,28	81,9	+1,5

Итоговые данные производственного опыта приведены в таблице. Преимущество интегрированного варианта сохранилось на протяжении всего периода вегетации и положительно сказалось на основных элементах структуры урожая. Совмещение биологического и химического агента обеспечило максимальную прибавку к урожайности за счет усиленного кушения растений, увеличения продуктивного стеблестоя и дополнительной защиты от болезней. Во второй половине вегетации самое низкое развитие и распространение корневых и прикорневых гнилей отмечено на варианте **C**, что связано с высокой начальной эффективностью химического протравителя и пролонгированным действием бактериальной культуры, продолжающей защищать корнеобитаемую зону даже после перезимовки посевов.

Дополнительно полученный урожай является результатом более эффективной защиты от почвенной инфекции, активации ростовой деятельности, оптимизации корневого питания и лучшей перезимовки растений, благодаря воздействию на растения бактериальных метаболитов. При увеличении затратной части всего на **70 руб/га**, относительно варианта опыта **B**, получена прибавка в размере **1,7 ц/га**, что на 2019 год составляло не менее 1700 руб/га.

Опыт применения на яровом ячмене сорт Московский 86, Ленинградская обл.



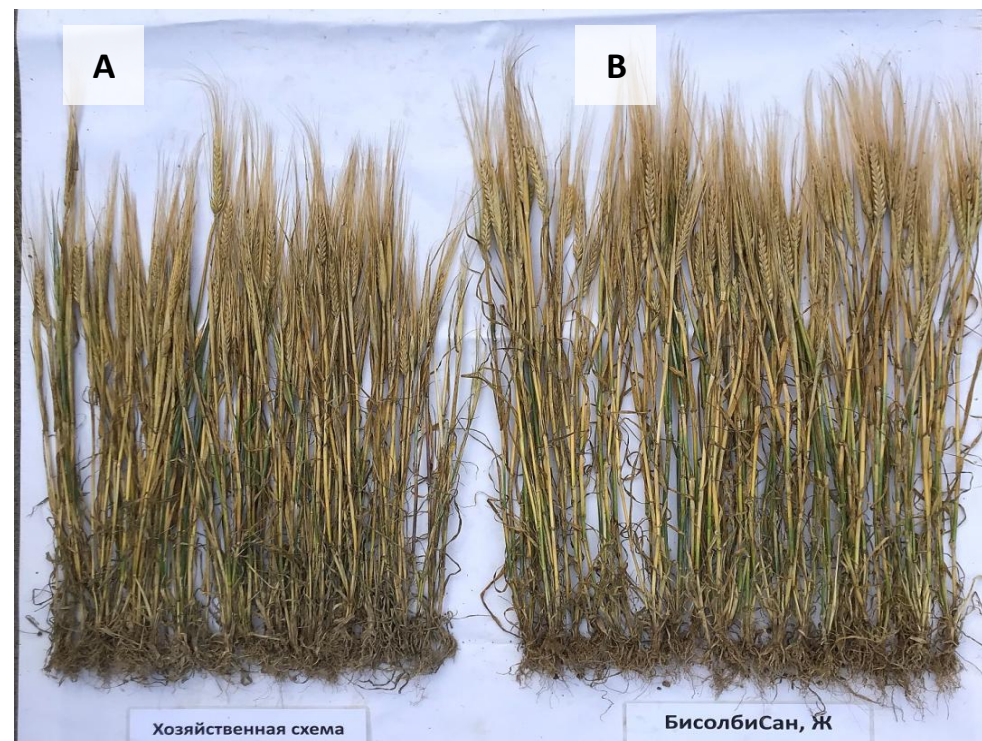
Опыт на яровом ячмене сорт Московский 86 (СЭ), 2020 г. Норма посева 270 кг/га ($\approx$ 5 млн. семян). Колосья с контрольных и опытных снопов (по 50 растений), фаза молочно-восковой спелости. Варианты: **А** – химический протравитель 1,75 л/т (25 г/л флудиоксонил + 15 г/л тебуконазол + 10 г/л азоксистробина); **В** – химический протравитель + **БисолбиСан 2 л/т**. В условиях текущего года существенного влияния на продуктивную кустистость препарат не оказал, но позволил сформировать более длинный, выполненный и мощный колос, что стало ключевым фактором повлиявшим на итоговую урожайность.



Оценка качества протравливания зерна машиной ПС-10. Семена обработаны химическим протравителем и препаратом БисолбиСан 2 л/т, расход рабочей жидкости 10 л/т. Отдельные зерновки, из предварительно отобранной средней пробы, раскладывались на поверхность питательного агара, после чего чашки ставили в термостат на температуру + 15° С. На 4-е сутки вокруг каждой зерновки образовывались кремовые колонии *B. subtilis* 4-13, что говорит о достаточной обработке семян.

Включение препарата в хозяйственную схему при протравливании, позволило с каждого гектара дополнительно собрать **4 центнера зерна**, при общей урожайности 45 ц/га. При стоимости фуражного зерна на 2021 год 1300 руб/ц, условно чистая прибыль от применения **БисолбиСан** составила **4360 руб/га**.

Опыт применения на ячмене сорт Сонет, Вологодская обл.

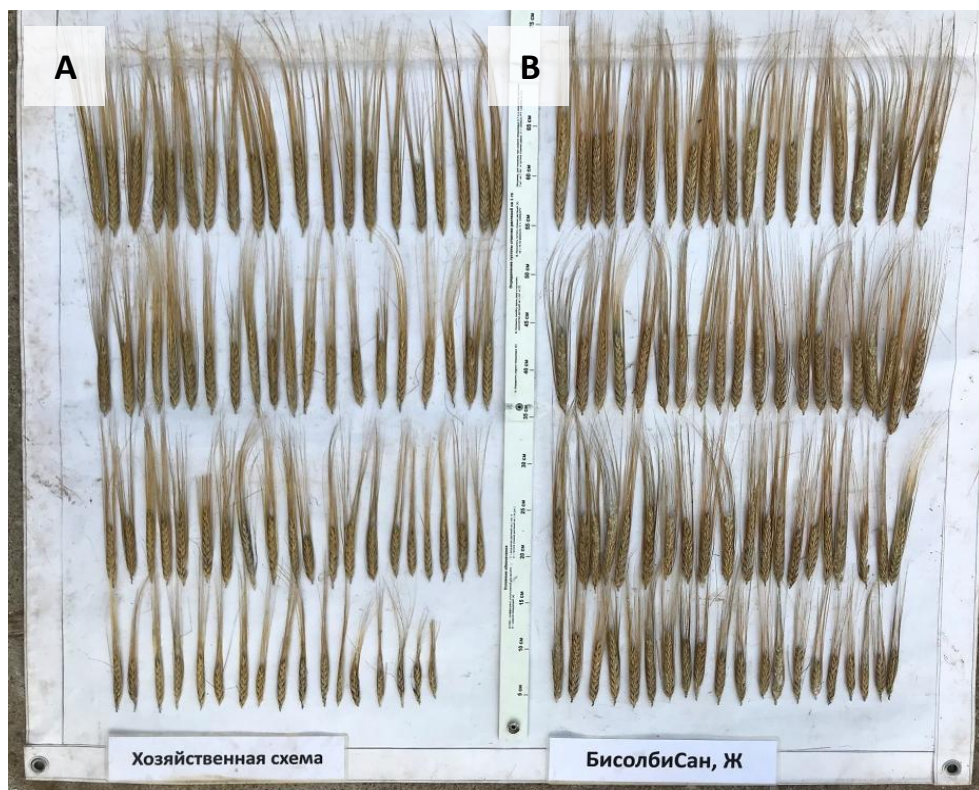


Опыт на яровом ячмене сорт Сонет (РС1), 2021 г. Норма высева 220 кг/га.

Промежуточный учет развития растений ячменя был проведен 23 июля, за 17-ть дней до механизированной уборки. Учитывая жесткие условия текущего сезона, сильную почвенную и атмосферную засуху, особенно интересно было оценить влияние микробиологических препаратов на устойчивость растений к стрессу. На фото слева - общий вид растений на участке контроля (А) и опыта (В) на момент учета.

Для сравнения развития, в двух точках каждого участка отбирали по 14-ть растений, подсчитывали количество стеблей и проводили фотофиксацию. Коэффициент кущения, как на контроле, так и на опыте был примерно одинаковым и составлял 2,8 стебля на растение, но их общее развитие и габитус сильно отличался (фото справа). Такой ярко выраженный визуальный эффект вызван сильнейшим стрессом контрольных растений на фоне засухи и не всегда проявляется в типичный год.

Опыт применения на ячмене сорт Сонет, Вологодская обл.



Опыт на яровом ячмене сорт Сонет (РС1), 2021 г. колосья с 28-ти растений. Колосья с опытного варианта более мощные, хорошо озерненные, налитые и выровненные.

А – химический протравитель 0,5 л/т (40 г/л азоксистробина + 90 г/л дифеноконазола + 40 г/л тебуконазола);

В – химический протравитель 0,5 л/т + **БисолбиСан®**

Данные полученные при уборке комбайном полностью коррелируют с промежуточными учетами. Ниже приведен расчет экономической эффективности, полученной в условиях данного хозяйства в текущем году:

Фаза развития культуры		Норма применения	Норма расхода, л/га
ВВСН 00	БисолбиСан, Ж Протравливание семян	2,0 л/т	0,44 л/га
ВВСН 30	Экстрасол, Ж. Фаза выхода в трубку	2,0 л/га	1,0 л/га
Общий расход препарата, га			2,44 л/га
Затраты на препарат, руб/га *			858,4
Цена 1 ц ячменя на 2021 г, руб/ц			1400
Фактическая прибавка урожайности, ц			7,5
Стоимость дополнительно полученной продукции, руб/га			10 500,0
Условно чистая прибыль от применения препарата, руб/га			9 656,0

* розничная цена, установленная заводом на 2022 сельскохозяйственный сезон для препарата БисолбиСан – 360 руб/л; Экстрасол – 350 руб/л.

Технология применения на зерновых культурах, резюме

1. Совмещение бактериальных препаратов с фунгицидными протравителями – высокоэффективный и при этом самый низкзатратный способ применения!

Получение высоких урожаев и качественного зерна невозможно без протравливания посевного материала, позволяющего получить запланированный стеблестой мощных, хорошо развитых растений.

Принятие решений по выбору протравителя должно основываться на результатах фитопатологической экспертизы семян, позволяющей выявить качественный и количественный состав семенной инфекции в каждой конкретной партии. При наличии внутрисеменной инфекции, например пыльной головни, необходимо применять системные химические препараты, поскольку биология в этом случае малоэффективна и может лишь дополнять действие ядов.

Совмещение бактериальной культуры в баке с протравителями показывает максимальную эффективность и стабильность действия при различных погодных условиях. В ряде регионов сев яровых культур осуществляется в недостаточно прогретую почву, и начальное развитие приходится на диапазон температур не превышающих 10-12° С. В этом случае также необходимо работать препаратами в баке, т.к. бактериальная культура активна только при температуре почвы выше +10°С, а развитие корневых гнилей и возможное инфицирование может приходиться на момент прорастания зерна уже при температуре почвы + 4° С.

При применении низкокачественных дженериков, а также препаратов содержащих триазольную группу, зачастую наблюдается фитотоксический эффект, проявляющийся в торможении роста растений, развития стеблей, корневой системы и снижении транспирации. Штамм *B. subtilis 4-13*, не только дополняет спектр действия ядов, но и снижает фитотоксичность протравителя, улучшается процесс корнеобразования, поглощения влаги и элементов питания из почвы и удобрений. Благодаря этому увеличивается энергия и полевая всхожесть семян, растения лучше

справляются со стрессами и больше энергии используют на формирование будущего урожая. У инокулированных растений более эффективно накапливаются сахара и аминокислота пролин, снижающие осмотический стресс и повышающие зимостойкость.

2. Опрыскивание вегетирующих растений позволяет повысить фотосинтетическую активность, запустить иммунитет и защитить от листовой инфекции.

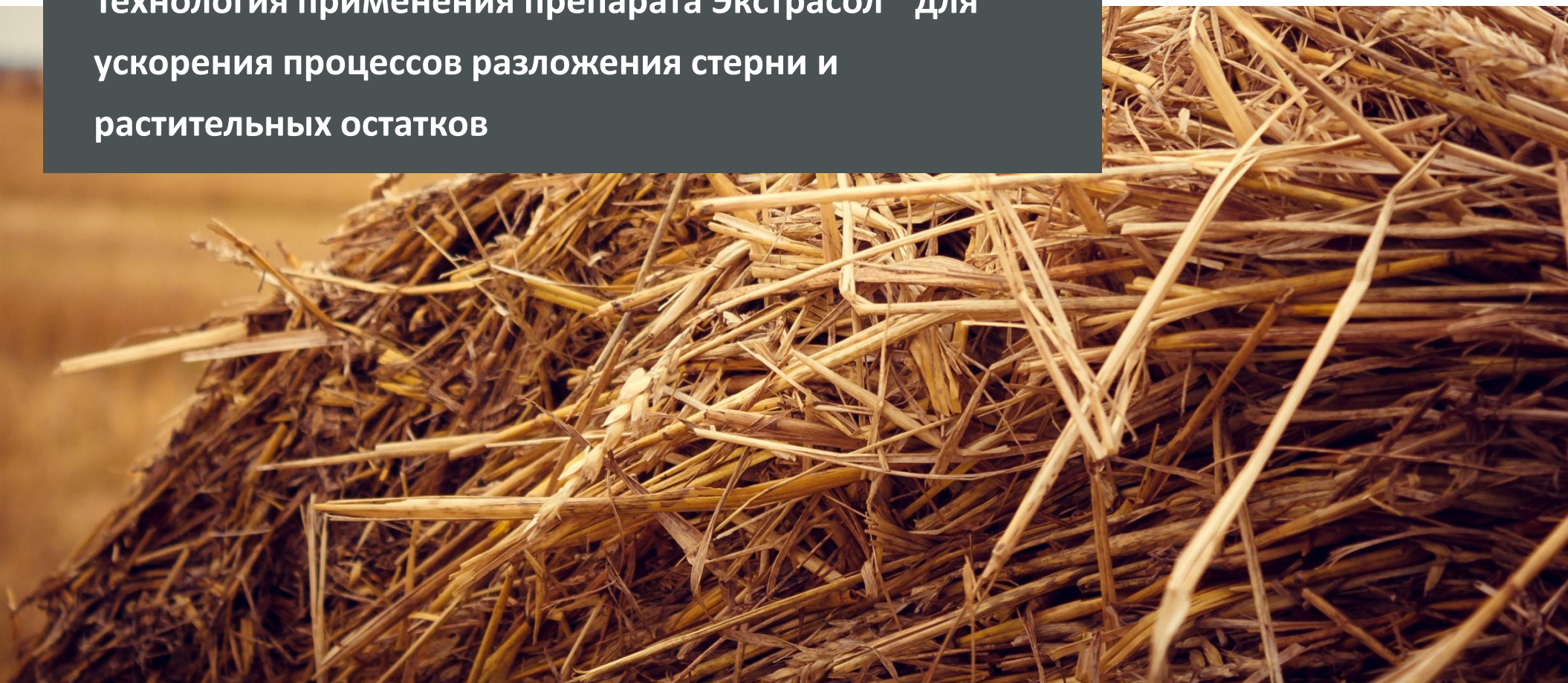
Начальный эффект от применения по листу достигается за счет многостороннего воздействия бактериальных экзаметаболитов, содержащихся в препарате. Происходит активация иммунитета, улучшается гормональный статус и повышается активность ферментов, участвующих в основных процессах растительного метаболизма.

Споры, попадая на листовую пластинку, находятся в неактивном состоянии и прорастают только при благоприятных условиях, которые зачастую совпадают с потребностями основных возбудителей листовых болезней зерновых культур. При этом основной механизм защиты основан на заселении листовой поверхности и устьиц бактериальной культурой. Конкурируя за скудные листовые экссудаты, бактерии вырабатывают антибиотики и токсины, вызывающие лизис мицелия и прорастающих конидий возбудителя.

Если листовые обработки в первую очередь направлены на обеспечение защиты, то интервал между ними должен быть сокращен до 10-ти дней, поскольку воздействие солнечной радиации и низкая влажность на поверхности листа приводит к постепенному снижению численности антагониста!

3. Несмотря на то, что хозяйственная эффективность препарата сильно зависит от культуры, региона и способа применения, во всех продемонстрированных опытах получена прибавка перекрывающая затратную часть в 10 и более раз!

Технология применения препарата Экстрасол® для
ускорения процессов разложения стерни и
растительных остатков



Актуальность вопроса

Ежегодный валовой сбор зерновых в России составляет более 90 млн. тонн, при этом выход побочной продукции превышает выход товарной.

Значительная часть соломы не вывозится и остается на полях, подвергаясь глубокой запашке или сжиганию.

При применении классических технологий, использование растительных остатков ограничено рядом факторов и может вызвать снижение урожайности последующей культуры.



Длительный срок разложения



Снижение доступности некоторых элементов питания



Накопление токсичных соединений



Повышение инфекционного фона в почве

Cercospora beticola Saccardo.
Церкоспороз сахарной свеклы



Sclerotinia sclerotiorum (Libert)
Склеротиниоз (белая гниль) подсолнечника

Mycosphaerella graminicola (Fuckel) J. Schroet. (=Septoria tritici).
Септориоз листьев пшеницы

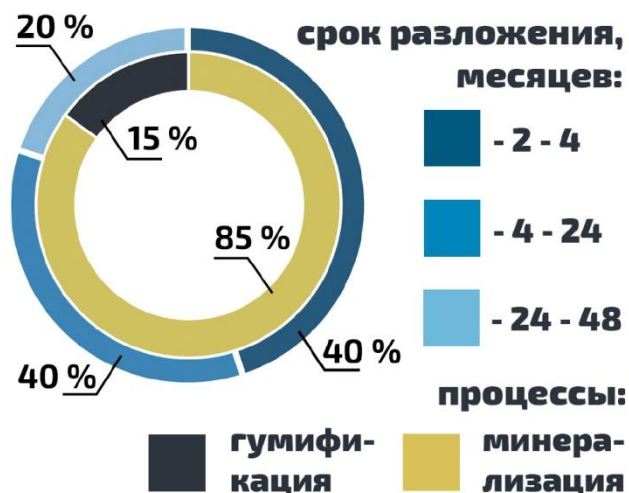


Alternaria solani Sorauer.
Альтернариоз картофеля

Растительные остатки являются **источником первичной инфекции** для множества грибных и бактериальных болезней. На них сохраняются и зимуют конидии, мицелий и специализированные покоящиеся структуры патогенов (склеротии, хламидоспоры и т.д.).

Трансформация соломы

Разложение соломистых частей пшеницы при оптимальных, естественных условиях



На скорость разложения соломы влияет:

- биологическая активность почв
- соотношение C : N
- температурный, водный и воздушный режимы
- степень измельчения остатков
- содержание лигнина.



Ключевая роль в разложении принадлежит микроорганизмам

В почве параллельно протекают процессы минерализации, гумификации и микробного синтеза. По мере гибели микробной массы, связанные микробами соединения разлагаются и снова вовлекаются в круговорот. Поскольку в соломе содержится много C и мало N, его недостаток они берут из почвы, в результате чего снижается доступность азота для растений, и как следствие - урожайность. Поэтому требуется компенсировать недостаток N внесением удобрений.

Применение повышенных доз N смещает процессы в сторону минерализации, образуется меньше гумуса, увеличиваются потери элементов питания заключенных в солому: органическое вещество → минерализация = $H_2O + CO_2 + \text{зола}$.



Микробиологическая активность почв снижена - срок разложения увеличен

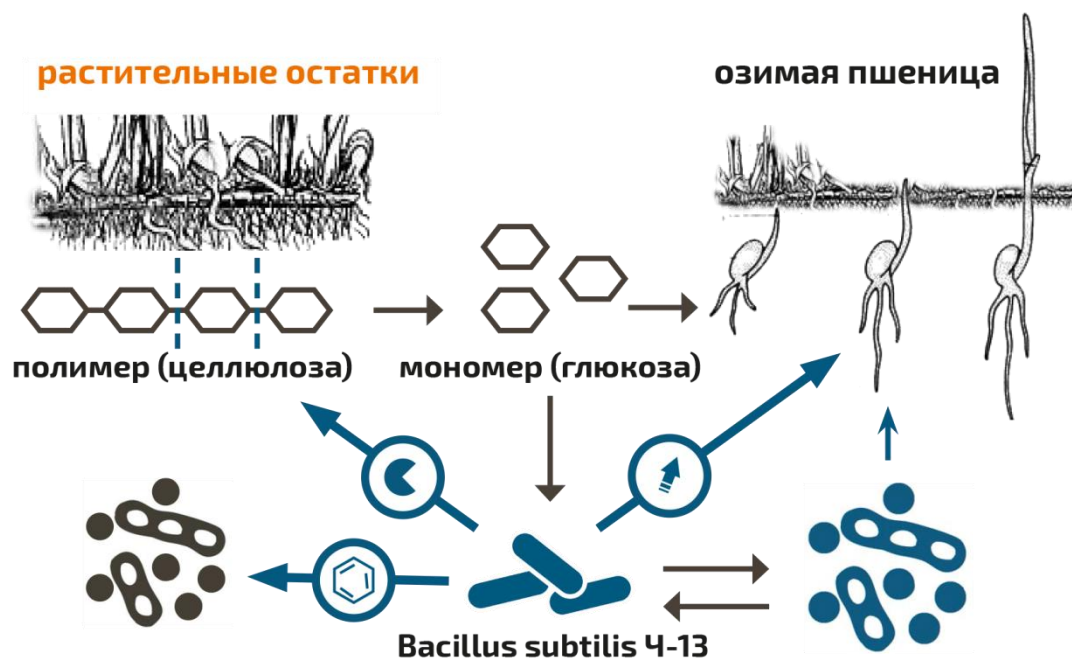
Оптимальные условия:

- соотношение C : N = 20 : 1
- температура + 18 + 30 °C

Из ценного органического удобрения, солома может превратиться в источник потенциальной опасности:

- при разложении образуется множество токсичных фенольных соединений (ванилиновая, кумаровая и бензойная кислоты);
- растительные остатки - места резервации патогенной микрофлоры и зимовок вредителей.

Механизм действия бактериальной культуры



патогенные микроорганизмы
находящиеся на соломе и в почве



Запускает процесс разложения за счет синтеза комплекса гидролитических ферментов: целлюлаз, пектиназ, протеаз



Сдерживает развитие патогенной гнилостной и спорофитной микрофлоры за счет синтеза антибиотиков и хитиназ



Активирует естественную почвенную микрофлору, участвующую в деструкции



Регулирует рост и развитие растений за счет секреции фитогормонов, витаминов и других физиологически активных метаболитов



Ускоряет распад токсичных соединений, образующихся при разложении соломы

Эффективность применения

Разложение льняного полотна
(5 недель после внесения препарата в почву)



Визуальный эффект от применения заключается в быстром побурении и оседании растительных остатков. Предлагаемая технология утилизации позволяет:



Ускорить процесс разложения в 2 раза



Повысить интенсивность образования гумусовых веществ и буферность почвы



Снизить потери элементов питания в результате минерализации и повысить их доступность для последующей культуры



Повысить супрессивность почв - совокупность свойств, ограничивающих выживаемость и паразитическую активность почвенных патогенов



Оптимальная t разложения остатков + 18 + 30° С, минимальная + 12 ° С; минимальная влажность почвы – 20 %.

Технология применения



1. Измельчить и равномерно распределить по полю растительные остатки

Эффективность напрямую зависит от качества измельчения и распределения растительных остатков. Для стерни и соломы злаковых, размер фракций не должен превышать 50 мм. Чем мельче резка соломы, чем сильнее она измята и расплющена, тем скорее пройдет ее разложение.



2. Обработать солому баковым раствором Экстрасола и азотного удобрения

В качестве источника азота может быть использовано любое гранулированное удобрение (карбамид, аммиачная селитра и т.д.) или жидкое азотное удобрение (КАС). Эффективность разложения повышается при внесении предварительно растворенных гранулированных азотных удобрений (идеально КАС).



Расход препарата: 1 - 2 л/га
Рабочего раствора: 200 - 400 л/га



Компенсационная доза азота: 5 - 10 кг по д.в. на 1 тонну стерни



3. Заделать растительные остатки дисковыми боронами или луцильниками на глубину не более 5-8 см.

Глубокая запашка соломы вызывает неблагоприятный эффект, так как при ее разложении в нижних слоях 12 пахотного горизонта образуются летучие жирные кислоты, которые негативно влияют на корневую систему растений. Максимальный эффект наблюдается при соблюдении минимального интервала между обработкой и заделкой соломы ("след в след"). Желательно проводить данные мероприятия в вечерние часы или пасмурную погоду, когда испарение влаги минимально.



Контроль, вода



Экстрасол
из расчета 2 л/га

Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии



ФГБНУ ВНИИСХМ, Санкт-Петербург. Станция низкотемпературного автоматизированного хранения биологических образцов (слева) и общее оснащение лаборатории технологии микробных препаратов.

Благодаря высокому уровню материально-технической базы, квалифицированным кадрам и тесному сотрудничеству с ведущими профильными НИИ страны и зарубежья, мы находимся в непрерывном процессе совершенствования производимых препаратов и поиске новых эффективных решений для производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Участок крупнотоннажного производства



Техническое оснащение завода, специалисты и авторский контроль, с выездом наших технологов на производственную площадку, позволяет получать высококачественную бактериальную суспензию без потери важнейших свойств нарабатываемых биоагентов.

Система многоступенчатого контроля технологического процесса, складывающаяся из входного контроля сырья, основных этапов производства и готового продукта, обеспечивает соответствие выпускаемой продукции нормативным требованиям. Из каждой произведенной партии препарата отбираются образцы с присвоением уникального кода, необходимого для оперативной проверки качества продукта на протяжении всего срока годности. Тщательный контроль производства и постпродажное агрономическое сопровождение – залог успешного, прогнозируемого результата!

Контактная информация



ООО «Бисолби Плюс»
Заплаткин Александр Николаевич
Руководитель отдела развития
pismen@bisolbi.ru
+7-921-976-31-33

Санкт-Петербург, Пушкин
Октябрьский бульвар д. 50/30 лит. А
Тел.: +7 (812) 363-09-50
E-mail: bisolbi@list.ru

www.bisolbi.ru

**Биопестициды, микробиологические удобрения, специальные препараты
ФГБНУ "Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии"**