

Удмуртская Республика  
МБОУ Чутырская средняя общеобразовательная школа Игринского района  
МБУДО Игринский районный ДДТ

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей  
среды имени Б.В. Всесвятского

Номинация «Микология, лишенология, альгология»

### **Исследовательская работа**

## **Исследование эффективности использования в качестве биологического фунгицида почвенного гриба *Trichoderma***

Выполнила: Фефилова Мария,  
ученица 9 класса МБОУ Чутырской СОШ  
Руководитель: Тронина Людмила Семеновна,  
учитель биологии МБОУ Чутырской СОШ,  
педагог дополнительного образования  
МБУДО Игринского районного ДДТ

**с. Чутырь**

**2024**

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава I. Обзор литературы	5
1.1 Биологические фунгициды	5
1.2 Описание <i>Trichoderma harzianum</i>	6
1.3 Способы культивирования микроскопических грибов	7
1.4 Питательные среды и правила их приготовления	7
Глава II. Методики исследований	9
2.1 Место и сроки проведения исследований	9
2.2 Методики проведения исследований	9
2.3 Методы культивирования <i>Trichoderma</i>	11
Глава III. Результаты исследований	12
3.1 Исследование доступности биофунгицидов на рынке	12
3.2 Изучение штаммов гриба <i>Trichoderma</i>	12
3.3 Результаты исследований по культивированию	14
3.4 Разработка технологического процесса культивирования гриба <i>Trichoderma harzianum</i>	17
3.5 Результаты исследований по эффективности биопрепарата <i>Trichoderma harzianum</i>	18
3.6 Популяризация органического земледелия	21
ВЫВОДЫ	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	24
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	25

## Введение

Трудно переоценить значение растений в нашей жизни. Растения используются в пищевых целях и для корма животным, лекарственные, технические, декоративные... Но растениям, как и другим живым организмам, свойственно иногда болеть.

Последние десятилетия ознаменовались небывалым ростом вирусных, бактериальных, грибковых заболеваний всех без исключения культивируемых растений. С грибковыми заболеваниями (фитофтороз, серая гниль, другие виды гнилей, мучнистая роса, пероноспороз, фузариоз, клостероспороз, корневые гнили, различные пятнистости листьев) при грамотном применении справляются фунгициды. Фунгицидные вещества - это химические вещества, способные полностью или частично подавлять развитие возбудителей болезней растений и используемые для борьбы с ними.

В зависимости от химических свойств они бывают неорганическими и органическими.

Химические препараты решают проблему быстро и жестко, не делая снисхождения ни вредным, ни полезным организмам, и когда действие химического препарата заканчивается, все возвращается на круги своя. Причем патогенные организмы в силу своей живучести развиваются быстрее, ведут себя агрессивней и способны адаптироваться к химическим препаратам, вырабатывая к ним устойчивость. Поэтому каждый раз приходится брать препараты посильнее, а от этого страдает экология и сам человек.

Биологические фунгициды — это продукты, содержащие живые организмы или их компоненты, которые могут предотвращать или сдерживать развитие грибковых инфекций. Они основаны на использовании полезных микроорганизмов, таких как бактерии, грибы и вирусы, которые конкурируют с патогенными грибами или вызывают их гибель.

Проблема: Химические фунгициды могут наносить вред экологии, нарушать биологическое равновесие, угрожают плодородию почвы и качеству сельскохозяйственной продукции.

А можно ли полностью заменить химические фунгициды на биологические?

В связи с этим определили **цель исследовательской работы:** Исследование эффективности использования почвенного гриба *Trichoderma* в качестве биологического фунгицида.

### **Задачи:**

1. Изучить значимость биологических фунгицидов.
2. Исследовать оптимальные способы культивирования и разработать технологический процесс по культивированию гриба *Trichoderma*.
3. Провести исследования по эффективности биопрепарата.
4. Популяризировать органическое земледелие.

**Гипотеза:** биологический фунгицид *Trichoderma* достаточно эффективен и может заменить химические биофунгициды.

**Объект исследования:** биологический фунгицид *Trichoderma*

**Предмет исследования:** способность биологического фунгицида *Trichoderma* подавлять развитие возбудителей болезней.

**Методы исследования:** анализ литературных источников, методы моделирования, метод влажной камеры, метод чистых культур, метод поддержания и хранения чистых культур, эксперимент.

**Практическое и теоретическое значение:** полученные результаты проведенного исследования расширят знания о биологических фунгицидах, способах их культивирования и использования на своих приусадебных участках. С точки зрения ЗОЖ и сохранения экологии важно популяризировать органическое земледелие.

## Глава I. Обзор литературы

### 1.1 Биологические фунгициды

Биофунгициды — это препараты на основе природных микроорганизмов (бактерий, грибов и вирусов) или веществ, обладающих способностью подавлять развитие болезнетворных грибов. В отличие от химических фунгицидов, биофунгициды работают по биологическим принципам, такие как конкуренция за питательные вещества и место, продуцирование токсинов или стимуляция защитных механизмов растений. Биофунгициды являются частью биологического метода защиты растений, обеспечивая устойчивое сельское хозяйство и минимизируя негативное воздействие на окружающую среду.

#### *Основные виды биофунгицидов*

Существует несколько видов биофунгицидов, каждый из которых действует по разным механизмам:

- **Бактериальные биофунгициды** — содержат полезные бактерии, такие как *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* и *Streptomyces* spp. Эти микроорганизмы выделяют антимикробные соединения и конкурируют с патогенными грибами за питательные вещества.
- **Грибковые биофунгициды** — представляют собой природные грибы, например, *Trichoderma*, способные подавлять рост патогенных грибов. Эти биофунгициды могут также паразитировать на вредоносных грибах, разрушая их клеточные структуры.
- **Продукты на основе растительных экстрактов** — экстракты растений, например, экстракты чеснока или хвоща, содержат природные фунгицидные соединения, которые могут ингибировать развитие патогенов.
- **Природные биологически активные вещества** — содержат такие соединения, как аминокислоты, витамины и ферменты, которые стимулируют естественные защитные механизмы растений и делают их менее восприимчивыми к грибковым инфекциям.

## 1.2 Описание *Trichoderma harzianum*



Домен:	Эукариоты
Царство:	Грибы
Деление:	Аскомицеты
Класс:	Сордариомицеты
Порядок:	Гипокрейные
Семейство:	Гипокрейные
Род:	Триходерма
Вид:	<i>Trichoderma harzianum</i> , ВИЗР -18

Рисунок 1. *Trichoderma harzianum*

***Trichoderma harzianum*** (лат.) (Рис.1) [4]— вид несовершенных грибов, относящийся к роду Триходерма (*Trichoderma*) семейства Гипокрейные (*Hypocreaceae*). Центральный вид труднодифференцируемого комплекса *Tr. harzianum*. Отдельные виды из этого комплекса (в частности, *Trichoderma afroharzianum*) активно используются в качестве агентов биоконтроля фитопатогенных грибов.

Колонии на агаре с 2 % солодовым экстрактом на 4-е сутки 7—9 см в диаметре. Запах отсутствует или слабый землистый. Реверс непигментированный, желтоватый, бежевый. Конидиальное спороношение обильное по всей колонии, отчего колония кажется зернистой, в жёлто-зелёных и тёмно-зелёных тонах.

На картофельно-декстрозном агаре на 3-е сутки колонии радиусом 5—6,5 см. На 4-е сутки после 12-часового пребывания на свету обильен воздушный мицелий, после 48 часов на свету обильно серо-зелёное, затем тёмно-зелёное спороношение, сконцентрированные в центральной части колонии и концентрических кругах. При 30 °С иногда заметен сладкий запах.

Конидиеносцы в очертании пирамидальные, с супротивными веточками в узлах, с мутовками 2—5 фиалид. Фиалиды фляговидные, 5—8,5 (16) × 3—4,5 мкм. Конидии бледно-зелёные, затем до тёмно-зелёных, почти шаровидные до яйцевидных, 2,5—4 × 2—3,5 мкм, гладкостенные. Хламидоспоры редки.

Один из наиболее быстрорастущих видов комплекса при 35 °С (радиус колоний на 3-и сутки более 4 см). Фиалиды у этого вида крупнее, чем у остальных видов комплекса.

***Trichoderma harzianum*** - преимущественно почвенный гриб, реже выделяемый в качестве эндофита. Возможно, иногда выступает в роли микотрофа.

Распространён в Европе и Северной Америке. Грибы этого рода широко распространены в природе и встречаются на многих субстратах, но чаще в почве и на мёртвой древесине.

Экология триходермы: анаморфная форма гриба развивается в почве, на влажных стенах зданий и внутри стволов деревьев. Телеоморфная стадия встречается на древесине и на живом разлагающемся мицелии других грибов.

### **1.3 Способы культивирования микроскопических грибов**

В зависимости от целей и методов исследования культивирование микроскопических грибов включает ряд этапов: [1]

1 – подготовка образцов естественных субстратов (почвы, пораженных органов растений или растительных остатков, зерна и т. д.), из которых предполагается сделать высев на обычные (агар Чапека) и элективные (избирательные) среды, обеспечивающие преимущественное развитие одного вида или группы родственных видов среды; определение наличия грибов.

2 – выделение и получение чистых культур грибов на агаризованных питательных средах.

3 – пересев чистых культур на дифференциально-диагностические среды для последующего определения их видовой принадлежности.

Культивирование микроскопических грибов с целью накопления биомассы или определенных продуктов метаболизма предполагает:

- 1) наличие чистой культуры;
- 2) подготовку стандартного посевного материала;
- 3) определение условий, необходимых для роста грибов и проявления их биосинтетической активности;

### **1.4 Питательные среды и правила их приготовления**

Для получения чистых культур грибов (факультативных сапротрофов и факультативных паразитов), поддержания их жизнеспособности в целях дальнейшего изучения применяют различные питательные среды. По консистенции различают жидкие и плотные питательные среды. Выбор того или иного типа питательного субстрата зависит от потребностей грибного организма и целей проводимого эксперимента. [2]

*Плотные среды* готовят, добавляя к растворам солей и отварам агар (2-2,5%) или желатин (10-15 %), а, в случае необходимости, увлажняют поверхность твердых предметов (опилки и т.д.) растворами питательных веществ.

Плотные среды используют для выделения грибов из естественных субстратов, получения культур из отдельных спор (моноспоровые изоляты), определения репродуктивной способности и особенностей спорообразования, дифференциации грибов по характеру роста на плотных средах, изучения влияния факторов среды и различных веществ на рост грибов.

Сыпучие среды (зерно, отруби) используют для приготовления больших количеств спорового посевного материала.

Приготавливая среды, надо иметь в виду следующие обстоятельства:

- 1) грибы обычно растут лучше на среде, богатой углеводами, но выращивание их на таких средах длительное время может редуцировать споруляцию;
- 2) большинство грибов предпочитает слабокислую реакцию (рН 6,0-6,5);
- 3) углеводы и белки в кислых и щелочных растворах разрушаются при нагревании, поэтому они должны быть умеренно стерилизованы или добавлены отдельно;
- 4) агар растворяют в половинной норме воды в течение 1-2 ч, а питательные вещества – в оставшейся воде, после чего компоненты смешивают;
- 5) агаризованная среда не затвердевает, если рН смещено в кислую или в щелочную сторону;
- 6) пептон, в основном, может быть исключен из состава сред, предназначенных для грибов;
- 7) водопроводную воду следует предпочесть дистиллированной, поскольку первая содержит полезные микроэлементы; для грибов рода *Phytophthora* лучше использовать дистиллированную воду;
- 8) для сред, в состав которых входит растительный материал, из него предварительно делают вытяжку при низких (картофельный агар) или высоких (картофельно-декстрозный агар) температурах.

## Глава II. Методики исследований

### 2.1 Место и сроки проведения исследований

**Место проведения исследования:** территория ТО Чутырское, Игринского района, Удмуртской Республики, д. Мужбер, с. Чумой, с. Чутырь. Исследования проводили в пяти личных подсобных хозяйствах (Рис.2)

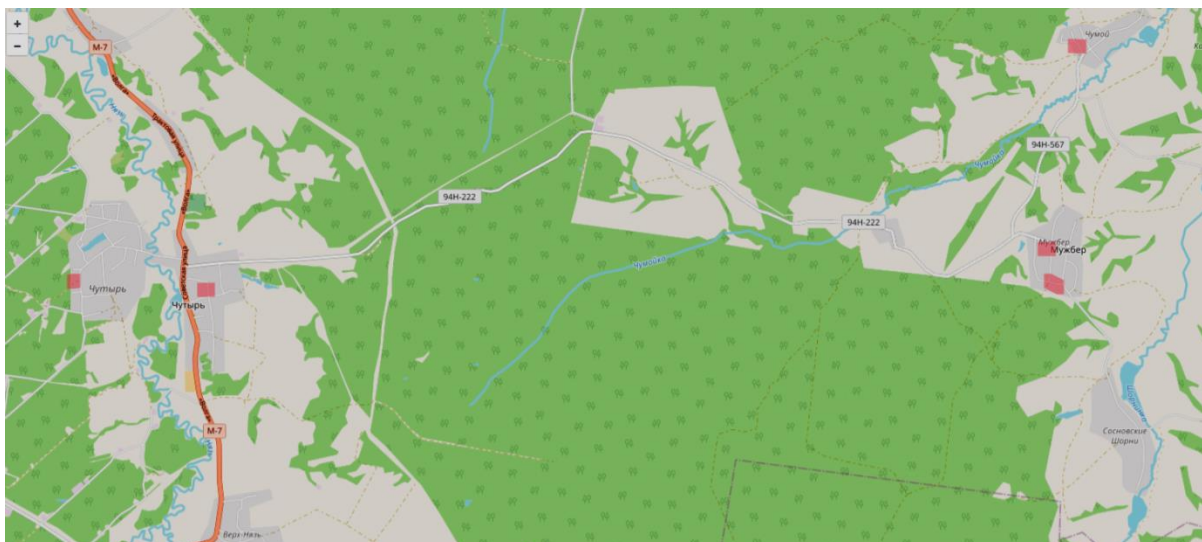


Рисунок 2. Место проведения исследований.

**Сроки проведения исследования:** 2024 – 2025 годы.

Февраль 2024: Изучение доступности биофунгицидов на рынке;

Март 2024: Исследования по культивированию Триходермы;

Апрель 2024: Исследования влияния Триходермы на всхожесть семян и качество рассады;

Май-октябрь 2024: Исследования влияния Триходермы на болезнетворные патогены томатов, в частности Фитофторы и Кладоспориоза.

Май-октябрь 2024: Исследование эффективности Триходермы на корневые и прикорневые гнили картофеля, на урожайность картофеля.

В перспективе:

Январь - март 2025: Определение типа взаимоотношений *in vitro* фитопатогенных грибов и грибов рода *Trichoderma* методом встречных колоний.

Апрель – июнь 2025: Изучение процесса влияния грибов рода *Trichoderma* на различных стадиях поражения патогенами.

### 2.2 Методики проведения исследований

В перспективе будут проводиться исследования процесса влияния грибов рода *Trichoderma* на различных стадиях поражения патогенами. Для этого сохранили споры патогенных грибов несколькими способами.

### ***Метод выделения патогенных грибов из клубней, луковиц, корнеплодов, плодов патогенов***

Для выделения патогенных грибов из клубней, луковиц, корнеплодов и плодов необходимы предварительный отмыв исследуемого материала от частиц почвы и поверхностная стерилизация. Срезают стерильно небольшой кусочек на границе пораженной и здоровой ткани и помещают его во влажную камеру или на агаризованную среду.

#### ***Выделение из стеблей и листьев***

Грибы можно выделить не только из свежего материала, но и из гербарных образцов. Необходимо немедленно зафиксировать гербарный материал высушиванием, а также предохранять от заражения посторонней микобиотой. Листья, стебли или их части помещают в стерильный пакет из фильтровальной бумаги и высушивают в нем. После высушивания листьев пакет помещают во второй пакет, также стерильный, но из более плотной бумаги. В таком виде хранят до исследования. Перед выделением гриба материал помещают во влажную камеру.

#### ***Метод чистых культур***

Для изучения типа взаимоотношений *in vitro* фитопатогенных грибов и грибов рода *Trichoderma* методом встречных колоний, необходимо выделять чистую культуру. Грибы выделяют в чистую культуру и наблюдают за ними *in vitro*. Наличие ***чистых культур*** дает возможность определить характер роста и спорообразования у грибов, особенности морфогенеза, выявить плодовые тела и виды спороношения, установить отношение грибов к факторам среды (температуре, влажности, источникам света, кислотности среды, радиации, компонентам субстрата); определить биосинтетическую активность продуктов метаболизма (ферментов, регуляторов роста, витаминов) грибов; выявить отношение грибов к фунгицидам, лекарственным препаратам; провести сравнительную характеристику изолятов видов грибов; провести популяционные исследования; выяснить взаимоотношения грибов друг с другом, охарактеризовать степень паразитизма, родство между грибами и т.д.

#### ***Метод выделения фитопатогенных грибов с применением влажных камер***

Прежде чем получить чистую культуру изучаемого гриба, необходимо иметь споры или мицелий, свободные от заражения сапротрофной микробиотой. Одним из наиболее простых методов получения мицелия или органов спороношения является стимулирование роста грибов и спороношения в условиях повышенной влажности – применение ***влажных камер***. Для их изготовления обычно используют чашки Петри. Перед закладкой объекта во влажную камеру его промывают в проточной воде или в нескольких водах. Выбор концентрации дезинфектанта и времени экспозиции зависит от целей исследования и характера исследуемого материала. Стерилизуют объект, используя 3 %-ную перекись водорода, 2 %-ный раствор марганцево-кислого калия, 70 %-ный этиловый спирт. Объект

выдерживают в растворе в течение 1-5 мин и многократно промывают стерильной водой. Для грубых частей растений используют обжиг в пламени. Необходимую для проведения микологического эксперимента посуду моют с моющими средствами, заворачивают в бумагу и стерилизуют в сушильном шкафу в течение 2 ч при температуре 180-200

°С. Инструмент стерилизуют спиртом и прокалывают на огне.

В стерильные чашки Петри кладут 2-3 фильтра, увлажненные стерильной или проточной водой (реже жидкой питательной средой). После поверхностной дезинфекции исследуемый материал помещают в чашку Петри и ставят в термостат при соответствующей температуре (обычно 20-25 °С). Фрагменты исследуемых пораженных объектов раскладывают так, чтобы они не соприкасались друг с другом.

### ***Метод поддержания и хранения чистых культур***

После выделения культур и своевременной их очистки от посторонних организмов следует поддерживать чистые культуры в жизнеспособном состоянии. Простейший способ поддержания – пересев их через определенное время в пробирки на косяки свежей агаризованной среды. Периодичность пересевов зависит от вида гриба и определяется временем его выживаемости. При пересевах переносят, главным образом, споры, а у неспорообразующих форм – мицелий из краевой зоны колонии. Следует учитывать, что длительное выращивание грибов на искусственных средах может привести к изменению свойств культуры, в частности, к потере патогенности, снижению агрессивности и вирулентности.

Для хранения выбирают лучшие из имеющихся культур. Культуры сохраняют при комнатной температуре или в холодильнике при температуре 4 °С. Пересевы (если культура хранится в холодильнике) делают реже.

### **2.3 Методы культивирования Триходермы**

Метод 1. Заселение культуры в перловую кашу: В предварительно сваренную кашу остудили до комнатной температуры, разложили по стерильным баночкам и добавили стерильным пинцетом таблетки Глиокладина и препарата Триходермы Вериде.

Метод 2. Заселение культуры в предварительно вымоченную и пропаренную перловую крупу: Перловую крупу несколько раз промыли, замочили на несколько часов, слили воду и нагрели в микроволновке. После того, как крупа остыла до комнатной температуры, провели заселение культуры. Полученный субстрат рассыпчатый, удобный в использовании.

Метод 3. Заселение в пропаренную перловую крупу выращенного нами Глиокладина (один образец с добавлением медного купороса с целью подавления посторонней микрофлоры): В пропаренную перловую крупу заселили свою полученную культуру Триходермы.

Метод 4. Культивирование Триходермы из своей высушенной культуры: Полученный препарат высушили и затем заселили в пропаренную перловую крупу выращенного нами Глиокладина (один образец с добавлением медного купороса с целью подавления посторонней микрофлоры).

## Глава III. Результаты исследований

### 3.1 Исследование доступности биофунгицидов на рынке

Изучив рынок, мы убедились, что производители предлагают достаточно большой ассортимент биофунгицидов. Мы проживаем в сельской местности, где большие площади посадок (особенно картофеля), а биологические фунгициды имеют достаточно высокую стоимость (Таблица 3). Поэтому, максимум, что могут себе позволить огородники и садоводы – это обрабатывать теплицы.

Таблица 3

Средняя стоимость биофунгицидов на рынке (за 100 г)

Название	OZON цена	WB цена	Семена почта России	Средняя цена
Глиокладин	154	276	94	174
Биобактерицид	436	156	84	256
Триходерма штамм 17	367	189	94	216
Фитоспорин	220	203	104	175
Триходерма штамм 471	327	265	36	226

Вывод: Биофунгициды на рынке доступны, но чтобы уменьшить себестоимость, необходимо культивировать в домашних условиях.

### 3.2 Изучение штаммов гриба *Trichoderma*

Учитывая возможности школьной лаборатории (увеличение микроскопа), мы решили для проведения исследований в качестве биологического фунгицида использовать грибковые биофунгициды. Так как недостаточное увеличение микроскопа не дает полной гарантии для определения штамма, мы использовали готовые препараты чистых культур. Проанализировав рынок, выбрали наиболее распространенный - триходерму и изучили их характеристики:

**1. Глиокладин** [6], таб - биологический почвенный фунгицид на основе полезного почвенного гриба *Trichoderma harzianum*, штамм ВИЗР-18, предотвращающий развитие корневых и прикорневых гнилей.

Состав препарата: гриб *Trichoderma harzianum*, ВИЗР -18, титр не менее  $10^9$  КОЕ/г).

Препаративная форма: таблетки - ТАБ.

Назначение: дезинфекция почвы. Технология применения: таблетку препарата без растворения в воде вручную поместить в необходимый объем почвы (300-800 мл почвы) на глубину не менее одного сантиметра.

Скорость воздействия: в течение 7 дней с момента внесения препарата в почву.

Срок и условия хранения: 2 года со дня изготовления при температуре от –30 °С до +30 °С без нарушения упаковки. После вскрытия упаковку хранить в сухом месте (в этом случае срок хранения после вскрытия упаковки будет такой же, как и гарантийный срок).

Совместимость с химическими пестицидами: совместим с микробиологическими средствами защиты растений. Не совместим с химическими фунгицидами.

Класс опасности: 4 (малоопасный препарат), безопасно для человека, животных, рыб и пчел.

## 2. Препарат *Триходерма Вериде* [7]

Основные характеристики: Общая характеристика фунгицид

Форма препарата: СП – смачивающийся порошок

Тип: фунгицид

Состав: (Действующее вещество) спорово-мицелиальная масса гриба Триходерма вериде- не менее 1 млрд. спор/г

Химический класс: биологические пестициды

Характер действия: повышает урожайность растений, лежкость и качество продукции, стимулирует корневое питание, улучшает плодородие почвы, повышает всхожесть семян

Класс опасности для человека: 4 - малоопасные

Класс опасности для пчел: 3 - малоопасный

Безопасность: препарат не патогенен и не токсичен для полезной энтомофауны

Назначение: защищает от корневых и плодовых гнилей, черной ножки, белой и серой гнили, макроспориоза, фузариоза, фитофтороза, антракноза, вилта и др.

Продолжительность периода защиты: эффект сохраняется в течение 30 дней

Условия применения: открытый грунт

## 3. Препарат *Трихоцин* [8]

Основные характеристики:

Общая характеристика : биологический почвенный фунгицид

Тип : фунгицид

Состав (Действующее вещество) : на основе полезного почвенного гриба *Trichoderma harzianum*, штамм Г-30 ВИЗР

Безопасность : безопасен для человека, животных, птиц, окружающей среды

Класс опасности для человека : 4 - малоопасные

Назначение : направлен на подавление возбудителей заболеваний, распространяющихся и сохраняющихся в почве (возбудители корневых и прикорневых гнилей томата и огурца открытого грунта, рассады цветочных культур)

Для каких культур : для всех типов растений

Классы культур : овощи, плодово-ягодные, цветы, декоративные деревья и кустарники, хвойные, рассада, цитрусовые, плодовые деревья, ягоды  
 Продолжительность периода защиты: 20-30 дней при однократной обработке.

### 3.3 Результаты исследований по культивированию

Из изученных нами различных штаммов Триходермы, мы приобрели Глиокладин (*Trichoderma harzianum*, ВИЗР -18), Триходерму Вериде. В качестве питательной среды использовали перловую крупу и провели ряд опытов по выращиванию биофунгицида. [6].



Рисунок 3. Культивирование Триходермы.

Опыты		Результаты	
		Глиокладин ( <i>Trichoderma harzianum</i> , ВИЗР -18)	Триходерма Вериде
<b>Опыт</b> Заселение культуры перловую кашу (Рис.3)	<b>1.</b> в кашу	Активное заселение на 8 день. Четко просматриваются гифы грибов и споры.	Заселение частичное на 10 день.
Вывод: Заселение штамма Глиокладина идет более активно, чем Триходермы Вериде. Деление полученного препарата неудобно, высушить препарат невозможно, поэтому было решено культивировать в пропаренной перловой крупе.			
<b>Опыт</b> Помещение культуры предварительно вымоченную и пропаренную перловую крупу.	<b>2.</b> в и	Активное равномерное заселение на 7 день. Четко просматриваются через микроскоп гифы грибов и очень много спор. (Рис.4).Препарат рассыпчатый, удобный в использовании. Имеет темно-зеленый цвет с	Заселение частичное на 12 день, имеется посторонний неприятный запах.

	опушенной поверхностью (Рис.5)	
<p>Вывод: Заселение в пропаренную перловую крупу Глиокладина оптимально, препарат интенсивный, качественный. Проверим на жизнеспособность. Опыты с Триходермой Вериде решили пока не проводить (возможно, что приобрели некачественный материал)</p>		

<p><b>Опыт 3.</b> Заселение в пропаренную перловую крупу выращенного нами Глиокладина (один образец с добавлением медного купороса с целью подавления посторонней микрофлоры).</p>	<p>Активное равномерное заселение на 4 день. Четко просматриваются гифы грибов под микроскопом и очень много спор.</p>	
<p>Вывод: Препараты рассыпчатые, удобные в использовании. По внешнему виду можно сказать, что препарат с добавлением медного купороса качественнее.</p>		

<p><b>Опыт 4.</b> Полученный препарат высушили и затем заселили в пропаренную перловую крупу выращенного нами Глиокладина (один образец с добавлением медного купороса с целью подавления посторонней микрофлоры).</p>	<p>Активное равномерное заселение на 7 день (Рис. 6, 7, 8). Четко просматриваются через микроскоп гифы грибов и очень много спор. Препарат рассыпчатый, удобный в использовании. Имеет темно-зеленый цвет с опушенной поверхностью. Запах кисловатый.</p>	
<p>Вывод: после высушивания жизнеспособность не теряется, но скорость заселения снижается.</p>		

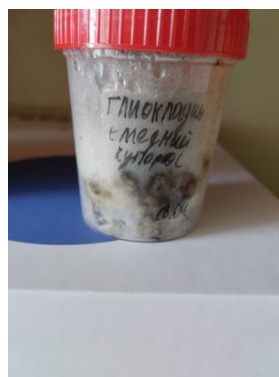
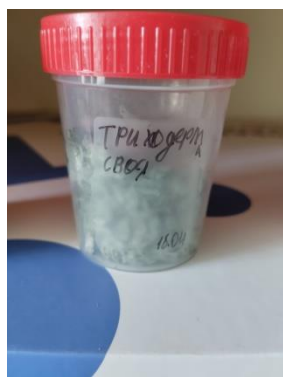


Рисунок 4. Изучение штаммов грибов под микроскопом.

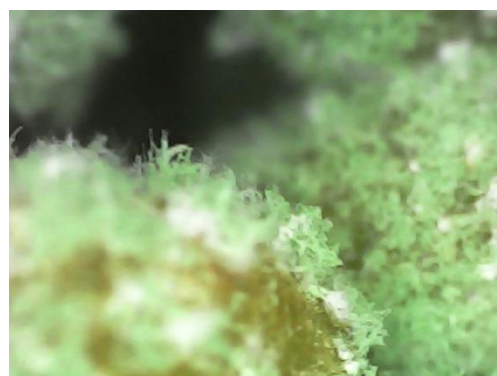
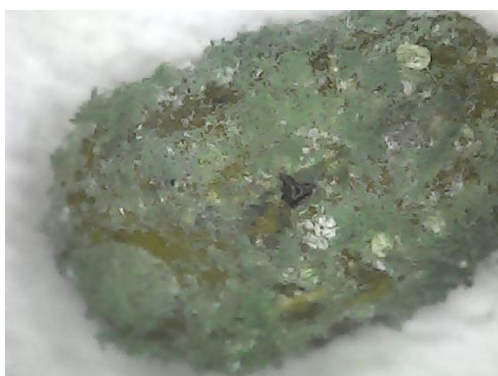


Рисунок 5. Крупинки перловки с *Trichoderma harzianum*, ВИЗР -18

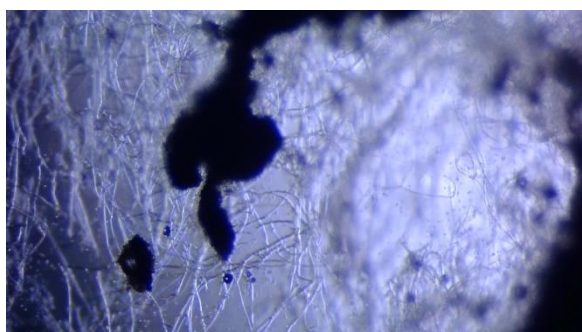


Рисунок 6. *Trichoderma harzianum*, ВИЗР -18 (увеличение 4х)

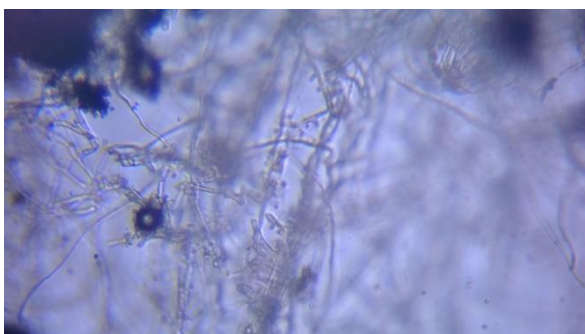


Рисунок 7. *Trichoderma harzianum*, ВИЗР -18 (увеличение 10х)



Рисунок 8. *Trichoderma harzianum*, ВИЗР -18 (увеличение 40х)

Вывод: Для культивирования решили использовать *Trichoderma harzianum*, ВИЗР -18. Выращивать будем на пропаренной перловой крупе с добавлением медного купороса.

### 3.4 Разработка технологического процесса культивирования гриба *Trichoderma harzianum*

Проведя ряд опытов по культивированию триходермы, разработали технологический процесс (Таблица 1)

Таблица 1  
Культивирования гриба *Trichoderma harzianum*

№	Технологическая операция	Временные затраты	Оборудование, расходные материалы
1	Крупу промыть несколько раз до прозрачности воды и оставить в воде на ночь.	5 минут на промывание, 5-6 часов на замачивание	Дуршлаг, банка
2	Утром набухшую перловку без воды поместить в стерилизованную банку объемом	10 минут	Микроволновка или духовка, банка

	0,5 литра и отправить в микроволновку на 10 минут для уничтожения возможных дрожжевых спор.		
3	Как только крупа остынет, добавить готовый грибной препарат.		
4	После плотного, но не герметичного обвязывания банки с содержимым бумагой ее помещают в тепло без доступа света.	15 минут	
5	Через пару дней на поверхности содержимого внутри можно будет наблюдать грибной мицелий белой плесени. Еще через пару дней на ее поверхности появятся зеленоватые споры.	3-5 дней	
6	Высушивание готового препарата	1 день	лотки
7	Фасовка высушенного препарата	30 минут	Бумажные пакетики

### 3.5 Результаты исследований по эффективности биопрепарата *Trichoderma harzianum*

Для доказательства эффективности биопрепарата, мы провели несколько опытов.

**Опыт 1. Исследования влияния Триходермы на всхожесть семян и качество рассады** (Рис. 9). Полученные результаты занесли в таблицу (Таблица )



Рисунок 9. Полученная рассада с Триходермой и без Триходермы.

Влияния Триходермы на всхожесть семян.

Вариант	Кол-во семян	Взошло	% всхожести
с <i>Trichoderma</i>	20	17	85%
без <i>Trichoderma</i>	20	12	25%

Выводы: Рассада в почве с *Trichoderma* выросла практически в два раза крупнее, мощнее и всхожесть оказалась выше на 25%. Биопрепарат благотворно сказывается на всхожести и улучшает структуру почвы (по поводу почвы необходимо провести дополнительные исследования на состав)

**Опыт 2. Исследования влияния Триходермы на болезнетворные патогены томатов, в частности Фитофторы и Кладоспориоза.**

Произвели в мае заселение биофунгицида под томаты в теплице (Рис.10)



Рисунок 10. Заселение биофунгицида под томаты.

Осенью увидели следующие результаты:



Рисунок 11. Томаты (детерминантные сорта) на конец сентября в почве с биофунгицидом.



Рисунок 12. Томаты на конец сентября (детерминантные сорта) в почве без биофунгицида.

Даже на конец сентября детерминантные сорта томатов в теплице (Рис.11), где была *Trichoderma*, дозревают на корню, а индетерминантные продолжают активно расти. Без *Trichoderma* томаты полностью погибли под воздействием патогенов (Рис.12)

Вывод: *Trichoderma* подавляет болезнетворные патогены, в частности, успешно борется с Фитофторой и Кладоспориозом.

**Опыт 3. Исследование эффективности Триходермы на корневые и прикорневые гнили картофеля, на урожайность картофеля.** В мае внесли Триходерму под картофель. В этом году из-за погодных условий картофель подвержен гниению. Для сравнения взяли по два куста картофеля, посчитали количество картофелин, подверженных гниению, взвесили клубни (Таблица 3).

Таблица 3

Результаты исследования эффективности Триходермы на корневые и прикорневые гнили картофеля, на урожайность картофеля.

	Кол-во гнилых клубней (шт)	Масса картофеля (кг)
с <i>Trichoderma</i>	3	2,8
без <i>Trichoderma</i>	8	2,5

С *Trichoderma* гнилых клубней оказалось меньше и картофель крупнее (Рис. 13).



Рисунок 13. Клубни картофеля с использованием биофунгицидом (слева) и без биофунгицида (справа).

Вывод: *Trichoderma* защищает клубни от гниения и повышает урожай.

### 3.6 Популяризация органического земледелия

Для популяризации органического земледелия мы изготовили буклеты (Рис.14). Информацию взяли из «Государственного каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации», приведенная по состоянию на 2 декабря 2024 г.

Так же выступили на родительских собраниях, где ознакомили с биофунгицидами и их значением.



Глюккл аднн	1 таб./лунку	Томат защищенного и открытого грунта	Корневая и прикорневая гнили (фузариозная, ризоктониозная, питиозная, фитофторозная)	Внесение в почву вручную или с помощью дозатора на глубину не менее 1 см при посеве или высадке рассады	сроки ожидания -(-), в скобках – кратность обработок -(1)	сроки выхода людей на обработанные пестицидами площади для проведения ручных (механизированных) работ по уходу за растениями приводятся в днях -(-)
		Огурец защищенного и открытого грунта	Корневая и прикорневая гнили (фузариозная, ризоктониозная, питиозная)			
	1 таб./300 мл почвы	Рассада цветочных растений и комнатные цветочные растения	Корневая и прикорневая гнили (фузариозная, ризоктониозная, питиозная)	Внесение в почву вручную или с помощью дозатора на глубину не менее 1 см при посеве или высадке рассады или пересадке растений		
		1 таб./лунку (Л)	Томат защищенного и открытого грунта			
1 таб./300 мл почвы (Л)	1 таб./лунку (Л)	Огурец защищенного и открытого грунта	Корневая и прикорневая гнили (фузариозная, ризоктониозная, питиозная)	Внесение в почву вручную или с помощью дозатора на глубину не менее 1 см при посеве или высадке рассады		
		Рассада цветочных растений и комнатные цветочные растения	Корневая и прикорневая гнили (фузариозная, ризоктониозная, питиозная)		Внесение в почву вручную или с помощью дозатора на глубину не менее 1 см при посеве или высадке рассады или пересадке растений	

Рисунок 14. Рекламные буклеты

В рамках нацпроекта «Экология», в республике прошел семейный эколого-образовательный форум «Экомурт», где мы пропагандировали значимость органического земледелия и провели мастер-класс по выращиванию биофунгицидов (Рис15).



Рисунок 15. Эколого-образовательный форум «Экомурт»,

## ВЫВОДЫ

В ходе проведения исследовательской работы мы пришли к следующим выводам:

1. Изучили значимость биологических фунгицидов и выяснили, что с точки зрения ЗОЖ очень важно их применение, проанализировав рынок, убедились, что они доступны, но в то же время достаточно дорогостоящие.
2. Исследовали оптимальные способы культивирования гриба *Trichoderma* и разработали технологический процесс. Для культивирования выбрали *Trichoderma harzianum*, ВИЗР -18, так как заселение данного штамма, по результатам исследований, идет более активно. В качестве субстрата решили использовать пропаренную перловую крупу с добавлением медного купороса. В ходе исследования хорошо себя зарекомендовали высушенные препараты, что дает возможность увеличить срок хранения биофунгицида.
3. Провели исследования по эффективности биопрепарата в условиях пяти личных подсобных хозяйств, и выяснили, что Триходерма не только защищает растения, но повышает их лежкость, качество продукции, стимулирует корневое питание, улучшает плодородие почвы, повышает всхожесть семян на 25%, урожайность на 11%, предотвращает гниение клубней на 62, 5%. Томаты, где не было заселения биофунгицида, на конец сентября погибли полностью, что составило 100%; с Триходермой были поражены примерно на 25%.
4. С целью популяризации органического земледелия, распространяли информацию о биологических фунгицидах через выступления на родительских собраниях и проведения мастер-классов. Пропагандировали значимость и возможности органического земледелия, которое обеспечивает экологически чистое выращивание растений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наша гипотеза по поводу эффективности биологических фунгицидов подтвердилась, но могут ли они полностью заменить химические биофунгициды? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо продолжить исследования:

1. Определить тип взаимоотношений *in vitro* фитопатогенных грибов и грибов рода *Trichoderma* методом встречных колоний.
2. Изучить процесс влияния грибов рода *Trichoderma* на различных стадиях поражения патогенами.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабушкина И.Н. Взаимоотношения почвенных микроскопических грибов с *Verticillium dahliae* Kleb. // Микология и фитопатология. Т.8. Вып. 5. 1974. С. 395-401.
2. Литвинов М.А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. Л.: Наука, 1969. 124 с.
3. Бондарь П.М. Штаммы грибов рода *Trichoderma* (Pers.: Fr.) как основа для создания биопрепаратов защиты растений и получения кормовых добавок. Москва 2011
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Триходерма>
5. <https://antonovsad.ru/trihoderma-kak-vyrastit-poleznyy-grib-na-perlovke-perlite-v-zhidkoy-i-ovoshchnoy-srede-3723/>
6. <https://bioprotection.ru/product/gliokladin-tab-100>
7. [https://stroy-podskazka.ru/preparaty/trihoderma-veride/#tab\\_specification](https://stroy-podskazka.ru/preparaty/trihoderma-veride/#tab_specification)
8. <https://stroy-podskazka.ru/udobreniya/trihocin/>