

Республиканский тур  
Всероссийского конкурса достижений талантливой молодежи  
«Национальное Достояние России»

Секция: *Биология*

**Тема: Исследование биологической активности гриба  
*Trichoderma veride***

Автор: *Новокщенова Екатерина*

Научный руководитель: *Кушнарёва Анжелика Павловна*

Место выполнения работы:

*МБОУ «Музыкально – гуманитарный лицей им. Д. Аюшеева»,*

Республика Бурятия, г. Улан – Удэ

Улан – Удэ, 2024

## **Оглавление**

Введение	3
<i>Теоретическая часть</i>	4
1.1. Морфологическая и экологическая характеристика грибов рода <i>Trichoderma</i>	4
1.2. Биологический контроль фитопатогенов грибами рода <i>Trichoderma</i> . Производство и применение биофунгицидов на основе <i>Trichoderma</i> .	6
<i>Экспериментальная часть</i>	9
Заключение	16
Список использованной литературы	17

## **Введение**

Грибковые заболевания - одна из основных проблем при выращивании культурных растений. Фитофтороз, фузариозное увядание, серая гниль, мучнистая роса, пероноспороз и др. способны приводить к потере урожая на протяжении ряда лет. Долгое время для борьбы с фитопатогенами использовались химические препараты. Однако, в настоящее время наиболее актуальной является разработка экологически чистых биотехнологий безвредных для самих растений, человека и окружающей среды.

В последние годы наблюдается возросший научный и практический интерес к грибам рода *Trichoderma* как средству защиты растений. Современными исследованиями установлено, что микромицет способен ингибировать активность фитопатогенных грибов. И, кроме того, за счет синтеза и выделения факторов роста (ауксинов, цитокинов и этилена), антибиотиков, ферментов улучшать рост и плодоношение растений, а также структуру почвы.

Грибы рода *Trichoderma* используются для получения фунгицидных биопрепаратов благодаря их высокой антагонистической активности, скорости роста и возможности культивирования в промышленных масштабах.

Таким образом, биологическая активность *Trichoderma veride* по отношению к живым организмам имеет двойственную природу. С одной стороны, микопаразит может оказывать отрицательное воздействие на фитопатогенные грибы, с другой – стимулировать рост и развитие зеленых растений. Под биологической активностью гриба мы понимаем его способность оказывать определенное биологическое воздействие на живые организмы.

***Цель работы*** – исследование биологической активности гриба *Trichoderma veride*.

### ***Задачи:***

1. Теоретическое исследование морфологических и экологических особенностей *Trichoderma veride*, ее микопаразитических свойств.
2. Получение живой культуры триходермы из спорового концентрата.
3. Изучение биофугицидных свойств гриба *Trichoderma veride* по отношению к пеницилли.
4. Изучение влияния гриба *Trichoderma veride* на прорастание семян пшеницы.

***Методы исследования:*** теоретическое обобщение, формулирование выводов, наблюдение, измерение, эксперимент, макрофотосъемка.

***Объект исследования:*** эколого – биологические особенности грибов рода *Trichoderma*.

***Предмет исследования:*** биологическая активность гриба *Trichoderma veride*.

## Теоретическая часть

### 1.1. Морфологическая и экологическая характеристика грибов рода *Trichoderma*

*Trichoderma* составляет значительную часть биомассы грибов почвы, богатой органическими остатками. В природе представители рода *Trichoderma* являются типичными представителями всех видов почв влажных лесов, аридных умеренных и северных зон и даже экстремальных ниш – крайнем севере и крайнем юге. В большом количестве их можно обнаружить в почвах тайги, лесной и лесолуговой зоны, а также в культурных почвах. Однако, часто они часто спорулируют на древесине, на шляпках культурных грибов, на лесных грибах, где их можно определить по конидиям, окрашенных в зеленый цвет, реже в белый и желтый цвета [1].

Мицелий грибов бесцветный, стелющийся, паутинистый. Спороношение появляется на 4-6 день роста в виде выпуклых или плоских сливающихся подушечек разной формы и величины, диаметром от 1 до 6 мм, расположенных равномерно, или концентрическими зонами, и в воздушном мицелии. Цвет от зеленого до темно-зеленого. Обратная сторона колонии бесцветная или слабо-желтоватая. Пигмент в среду не выделяется. Запах слабый, невнятный. Гифы бесцветные, гладкие 2-4  $\mu\text{m}$  в диаметре. Погруженный мицелий более толстый до 8  $\mu\text{m}$  шириной, с вздутиями и толстостенными клетками. Хламидоспоры обычно есть, обильные, терминальные или интеркилярные округлые, грушевидные до овальных, гладкостенные, светло-зеленые 8-15  $\mu\text{m}$  в диаметре. Кондиеносцы древовидно разветвленные, фиалиды бутылевидные прямые, конидии округлые или яйцевидные 3.7-6.0x3.0-5.2  $\mu\text{m}$  бородавчатые. Ветвление конидиеносцев частое, через равные интервалы, веточки расположены по две-три, редко по одной, прямые. Длина ветвей сокращается по направлению от основания к вершине. Фиалиды расположены чаще на веточках мутовками по 2-5, реже поодиночке.

За счет высокой биологической активности грибы рода *Trichoderma* быстро усваивают субстрат, активно участвуют в разложении органических соединений.

Наличие источников питания, а также абиотические факторы внешней среды: температура, влажность, pH среды оказывают существенное влияние на развитие грибов рода *Trichoderma* и активность их взаимодействия с патогенами.

Все известные виды *Trichoderma* по чувствительности к температуре делятся на 3 группы: психрофилы, мезофилы и термотолерантные виды. Для психрофилов – пределы выносливости 4-30°C, для мезофиллов 20-40°C, для термотолерантных видов 25-90°C [3].

Так, споры прорастают только в условиях оптимальной влагообеспеченности субстрата - 70 - 100%, а при 20% они не прорастают. Оптимальной для развития *T. lignorum* является температура 24 - 28°C, *T. harzianum* - 24 - 25°C, а для *T. viride* - 35°C. Штаммы *T. viride*, *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. koningii* проявляют гетерогенность по устойчивости к низким температурам.

Холодоустойчивые штаммы при температуре 10°C на 81 - 97% заселяли склероции гриба *Botrytis cinerea* на 28-е сутки, а при температуре 5°C - до 50 - 71% на 60-е сутки. Реакция среды оказывает значительное влияние на рост грибов.

Оптимальной для видов *Trichoderma* является кислотность почвы в пределах от 4 до 6.

Обнаружена способность метаболитов *Trichoderma* подавлять жизнедеятельность насекомых. Грибы рода *Trichoderma* являются основными ассоциативными микроорганизмами лишайников.

В настоящее время род *Trichoderma* является одним из наиболее изучаемых грибов и силу практической и экологической значимости его представителей. Промышленное применение гриба *Trichoderma* вносит существенный вклад в решение таких глобальных проблем, как обеспечение человека продовольствием и переработка отходов.

Виды *Trichoderma* являются *продуцентами ферментов* (целлюлаз, хитиназ, пектиназ, ксиланаз, серинзависимых протеиназ и др.), используемых в целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности, в производстве моющих средств, в получении спирта, преобразовании отходов, содержащих целлюлозу, в глюкозу.

На основе *антибиотиков, токсинов, ферментов* грибов этого рода получают препараты для биологического контроля болезней и стимуляции роста растений, получения трансгенных растений. *Trichoderma* используется для биологической очистки почвы и для компостирования отходов.

Выявлены виды *Trichoderma*, поражающие выращиваемые промышленным способом грибы и повреждающие строительные конструкции. Они могут быть причиной *аллергии* и глубоких микозов у людей со сниженным иммунитетом [5].

## 1.2. Биологический контроль фитопатогенов грибами рода *Trichoderma*. Производство и применение биофунгицидов на основе *Trichoderma*

Грибы рода *Trichoderma* способны подавлять жизнедеятельность фитопатогенных грибов, поэтому широко используются как коммерческие агенты для контроля возбудителей заболеваний растений.

Современными исследованиями установлено, два типа взаимодействия грибов рода *Trichoderma* с фитопатогенами: ***микопаразитизм и химическая интоксикация***.

***Микопаразитизм*** – это прямая атака одного гриба другим. Этот сложный процесс включает несколько этапов: *хемотропизм, распознавание, атака, частичное проникновение в клетку хозяина и его убийство*.

*Положительный хемотропизм* представляет собой рост по направлению к химическому стимулу. Грибы *Trichoderma* определяют хозяина на расстоянии. Гифы микопаразита начинают разветвляться необычным образом и расти по направлению к грибу-мишени.

*Распознавание* осуществляется на молекулярном уровне.

После распознавания гифы *Trichoderma* обвивают гифы хозяина и формируют апрессории, которые служат для проникновения в клетку хозяина и содержат высокие дозы осмотических растворов, таких как глицерин. Это и есть атака.

Прикрепление и окружение происходит непосредственно перед действием литических ферментов разрушающих клеточную стенку хозяина - хитиназ, глюканаз и протеаз, что приводит к прорастанию гриба *Trichoderma* в клетки хозяина и вызывает его *гибель*.

Второй путь взаимодействия *Trichoderma* с грибом-паразитами – это их ***химическая интоксикация***. *Trichoderma* в процессе жизнедеятельности способна выделять в окружающую среду химические вещества - микотоксины, которые приводят к гибели фитопатогена.

Поэтому, представителей рода *Trichoderma* считают ответственными за ***эффект биологического контроля фитопатогенов*** в почвах, на которых зерновые и деревья не подвергаются действию патогена [2].

Защита культурных растений - важнейшее условие получения высоких и гарантированных и качественных урожаев. Химический метод защиты растений является доминирующим в системе защитных мероприятий в силу его высокой эффективности, универсальности и окупаемости. Однако, при этом загрязняются почва, воздух, вода, химические препараты и продукты их распада накапливаются в продуктах питания, наносится ущерб окружающей среде и здоровью человека. Кроме того, постоянное использование химических средств защиты растений приводит к появлению новых устойчивых форм вредных организмов.

Важная роль в подавлении развития фитопатогенов отводится грибам-антагонистам. Приоритетное положение в защите растений от фитопатогенов занимают грибы рода *Trichoderma* – *T. harzianum* Rif, *T. viride* (Pers.) Fr. Все биопрепараты на основе этих грибов в России до 2003 года называли триходермином, препаративные формы которых различаются в зависимости от исходного штамма, состава питательной среды, способа культивирования, титра готового препарата. Изучение свойств грибов *Trichoderma* в течение 55 лет показало, что биоконтрольные штаммы безопасны для животных и человека. Первый отечественный грибной препарат против болезней растений разработан в ВИЗР на основе *T. Viride* (Pers.) Fr (старое название *T. lignorum*). Препарат триходермин получают на основе культивирования гриба на различных природных субстратах: отходах, продуктах 155 пищевой или перерабатывающей промышленности (гидролизаты древесины, меласса, барда, соломенная резка, пшеничные отруби). Данные субстраты обогащают минеральными солями [1].

Биопрепараты нарабатываются, как правило, специализированными фирмами или региональными биологическими лабораториями в основном по заявкам производителей сельскохозяйственной продукции. Грибные препараты, применяемые в защите растений от болезней, можно разделить на две группы: **препараты на основе живых культур микроорганизмов-антагонистов** и гиперпаразитов, **препараты на основе антибиотиков, продуцируемых грибами**. Производство антибиотиков возможно только на специализированных предприятиях биологической промышленности с довольно сложным технологическим оборудованием. Биопрепараты на основе живых культур доступны для приготовления в биологических лабораториях или фирмах. Сейкетов Г.Ш. для получения больших количеств препарата триходермина создал специальный аппарат – перкалятор (ферментер). В нем происходят последовательно два процесса: стерилизация питательного субстрата (виноградная выжимка) и рост гриба.

Сейчас к наиболее распространенным и доступным промышленным препаратам на основе спор Триходермы относятся: *Триходерма вериде* (включает споры *Trichoderma viride*), *Глиокладин* (содержит споры *Trichoderma harzianum*).

Оба препарата триходермы подходят и для домашнего культивирования, что существенно экономит бюджет, время и повышает эффективность использования. Дело в том, что промышленный препарат содержит не сам мицелий гриба, а его споры, которые должны прорасти прежде чем вступить в активную фазу. Что касается средства, приготовленного самостоятельно, то оно уже включает в себя проросший грибок, который начнет свое действие сразу после попадания в почву. Чаще всего для домашнего культивирования используют перловую крупу и получают зерновую триходерму [3].

Существует несколько *способов применения* биопрепарата Триходермы.

*Полив растений и обработка по листу.* Споры - 30 гр. или зерновую триходерму – 1 ст.ложка разводят в 10 литрах воды и оставляют на ночь. Этим раствором можно поливать растения под корень или обрабатывать по листу. Важно, за один вегетационный сезон несколько раз повторять обработку.

*Заселение в мульчу и компост.* Зерновую триходерму можно использовать и в сухом виде для заселения мульчи или компоста. Достаточно 1 ч.л. зерна с грибницей для обработки 1 кв.м. Спорный препарат разводят в воде и производят пролив.

*При высадке рассады в лунку.* Весной, при высадке рассады, хорошо добавлять в лунку по 0.5 ч.л. зерновой триходермы. Она образует с корнями саженцев микоризу, способствует более активному развитию корневой системы и стимулирует рост благодаря выделению фитогормонов. При посадке саженцев в лунку. При посадке плодовых деревьев, ягодных кустарников, роз и других декоративных культур в лунку добавляют от 0.5 до 1 ст.л. зерновой триходермы, в зависимости от размера саженца. Спорный препарат разводят в воде и производят пролив.

*При приготовлении почвы для рассады и комнатных цветов.* Триходерму хорошо заселить в почвенную смесь для выращивания рассады или комнатных цветов в качестве профилактики различных гнилей и черной ножки на рассаде. Достаточно 1 ст.л. зерновой триходермы на ведро почвенной смеси. Спорный препарат также разводят в воде и производят пролив.



## Экспериментальная часть

Экспериментальная часть включала следующие этапы:

1. Выбор препарата, содержащего споры гриба *Trichoderma*
2. Проращивание мицелия гриба *Trichoderma veride*
3. Изучение биофунгицидных свойств гриба *Trichoderma veride*
4. Изучение влияния гриба *Trichoderma veride* на прорастание семян пшеницы

### 1 этап: Выбор препарата, содержащего споры гриба *Trichoderma*

В качестве препарата, содержащего споры гриба *Trichoderma* нами был выбран препарат «Триходерма вериде». Этот препарат распространен, доступен, широко используется в частных хозяйствах.

В составе препарата - спорово-мицелиальная масса гриба Триходерма вериде, штамм 471 ГНУ ВНИИСХМ РАСХН; титр не менее 1 млрд. спор/г, смачивающийся порошок.

Внешне препарат представлял сухой кристаллический порошок бело – желтого цвета.



**Основное назначение** - защита картофеля, томатов, свеклы, капусты, перцев, огурца, лука, баклажанов, садовой земляники, роз, гвоздик, астр, луковичных цветов и др.; повышение их урожайности, лежкости и качества продукции; стимулирование корневого питания; улучшение плодородия почвы; повышение всхожести семян.

**Действие препарата**, заявленное производителем - защищает от корневых и плодовых гнилей, черной ножки, белой и серой гнили, макроспориоза, фузариоза, фитофтороза, антракноза, вилта и др. Попадая во влажную почву, споры «Триходермы» прорастают, выделяя природные «антибиотики» и обеззараживая почву вокруг. При этом препарат обладает длительным действием: уничтожает покоящиеся и зимующие стадии патогенов. Попадая на поврежденный участок больного растения, споры прорастают, питаются больной тканью, и одновременно лечат растение.

### **Рекомендации по применению:**

Применяют путем полива под корень, опрыскивания растений, замачивания семян и посадочного материала, прямого смешивания с почвой.

Расчётную дозировку препарата для каждой культуры растворить в небольшом количестве вода при постоянном перемешивании, затем объём воды довести до 10 л.

Рабочую жидкость готовить непосредственно перед применением и не хранить.

Опрыскивание растений проводить в утренние или вечерние часы в сухую безветренную погоду.

Предпосевное замачивание семян в течение 1–2 часов с последующим просушиванием в тени (расход рабочей жидкости — 100–150 мл/100 г семян).

### Совместимость

Биофунгицид Триходерма вериде точно совместим с Глиокладином и Трихоцином. В то же время не совместим с химическими фунгицидами, не совместим с антибиотиками, например Фитолавином.

### Период использования

От предпосевной обработки семян и до окончания вегетационного периода развития растений.

#### 2 этап: Проращивание мицелия гриба *Trichoderma veride*

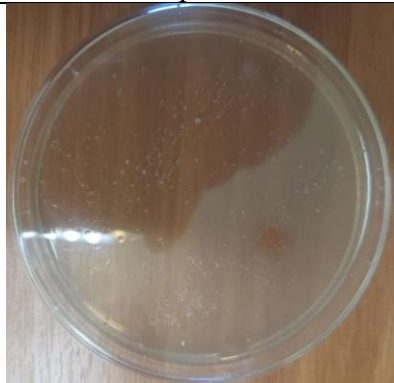
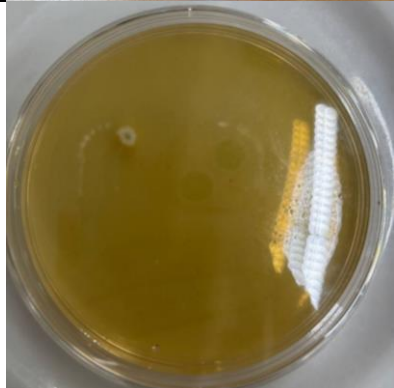
На этом этапе мы произвели проращивание спор гриба *Trichoderma* в чашке Петри на агаровой среде.





Температура – 22°C, влажность воздуха – 65%.


Посев производился нами сухим способом в стерильную агаровую среду.

Таблица 1.

*Рост мицелия *Trichoderma veride* на агаровой среде*

<i>дата</i>	<i>фото</i>	<i>описание наблюдений</i>
13.12.2024		Мелкие (диаметром до 1 мм) гранулы спорово-мицелиарного концентрата <i>Trichoderma veride</i> день посева
16.12.2024		Единичная шарообразная колония белого цвета, 4-5 мм. Водянистые пятна – признак зарождающихся колоний

18.12.2024		<p>Появились десять дочерних колонии белого цвета, 3-4 мм. Основная колония внутри позеленела, внутренне пятно серо-зеленого цвета, внешняя окантовка болотного цвета; увеличилась до 18 мм.</p>
19.12.2024		<p>Все колонии приобрели светло-зеленый цвет; присутствует белая пушистость; размер 5-20 мм</p>
24.12.2024		<p>Колонии неправильной формы болотного цвета, внутри колоний белые спорангии, 30-40 мм.</p>
25.12.2024		<p>Колонии неправильной формы, стали темнее, между ними наблюдаются разрывы, 40-50 мм. Отчетливо просматриваются шесть крупных колоний. По контуру видны зарождающие белые колонии</p>

9.01.2025		Колонии грязно-болотного цвета, 40-50 мм. Потемнение связано в выбросом спор.
-----------	---	---



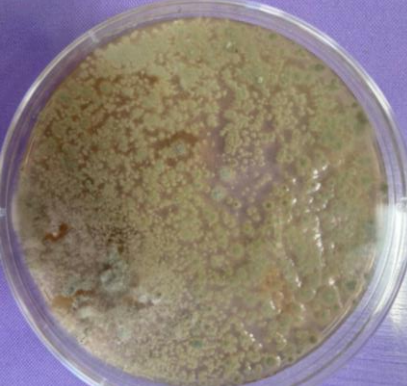

### 3 этап: Изучение биофунгицидных свойств гриба *Trichoderma veride*


На этом этапе экспериментального исследования биопротекционные свойства триходермы изучались нами через взаимодействие *Trichoderma veride* с плесневым грибком пенициллом. Мы одновременно заселяли на стерильную агаровую среду споры гриба *Trichoderma veride* и мицелий пеницилла.

В ходе визуального наблюдения мы выявили следующую хронологическую последовательность стратегии микопаразитизма:

1. – **инициация** – прорастание спор гриба *Trichoderma veride* – появление мелких белых островков мицелия гриба на всей поверхности агаровой среды чашки Петри. Мы наблюдали, что в присутствии пеницилла произошло одновременное многоточковое прорастание спор *Trichoderma veride* – гриб захватил всю площадь чашки Петри
2. – **атака гриба** *Trichoderma veride* пеницилла – быстрое разрастание мицелия гриба *Trichoderma veride* в сторону пеницилла. Отметим, что растёт мицелий гриба *Trichoderma veride*, а мицелий пеницилла роста не проявлял. Направление роста мицелия в сторону пеницилла связано с его положительным хемотаксисом. Полагаем, что на этом этапе ограничение роста пеницилла связано не только с разрастанием мицелия триходермы, но еще и за счет выделения ею фитотоксинов.
3. – **накидывание капора** Триходермой вериде на пеницилл. Гифы *Trichoderma veride* оплетают гифы пеницилла, формируются апрессории, через которые триходерма впрыскивает литические ферменты (хитиназы, глюканазы, протеазы) в мицелий пеницилла, тем самым разрушая тело своего хозяина
4. – **спороношение** *Trichoderma veride*. Появление белых пушистых наростов на пеницилле свидетельствует и формировании спорангиев. Полагаем, что на этом этапе триходерма использовала расщепленные вещества тела пеницилла в качестве дополнительного источника питания. Очевидно, что на этом этапе *Trichoderma veride* получила конкурентное преимущество в борьбе за территорию и источник питания и перешла к активному спороношению.

*Последовательность этапов микопаразитизма Trichoderma veride по отношению к пеницилли*

дата	фото	описание наблюдений
13.12.2024		<p>Посев спорово-мицелиарного концентрата <i>Trichoderma veride</i> и мицелия пеницилла на агаровую среду.  <i>Trichoderma veride</i> – мелкие белые гранулы.  Пеницилл – темно-зеленые пластинки.</p>
16.12.2024		<p><i>Этап инициации</i>  Мелкие зеленые колонии <i>Trichoderma veride</i> проросли и распространяются по всей площади, диаметр - 1-2 мм. Мицелий пеницилла не растет.</p>
19.12.2024		<p><i>Этап атаки</i>  Мелкие колонии <i>Trichoderma veride</i> приобрели светло-зеленый цвет, густо разрослись по всей площади. Множество мелких очагов, но крупных колоний нет.</p>
25.12.2024		<p><i>Этап атаки</i>  Колонии Триходермы покрылись сероватым налетом, капором («капюшоном») накрыли пеницилл.</p>

2.01.2025		<p><i>Этап спороношения</i>  Общая масса Триходермы серо-зеленая, белое пушение по всей площади, более плотное на кусочках заблокированного пеницилла.</p>
-----------	---	--

#### **4 этап: Изучение влияния гриба *Trichoderma veride* на прорастание семян пшеницы**







Известно, что процессе метаболизма, *Trichoderma veride*, кроме фитотоксинов, выделяет и множество полезных веществ, в т.ч. ферментов, которые стимулируют рост и развитие растений. На третьем этапе эксперимента мы изучали влияние на прорастание семян пшеницы.

Для этого экспериментальную группу семян пшеницы мы замочили в водном растворе *Trichoderma veride*, а контрольную группу в чистой воде. Отметим, что для удаления чужеродной микрофлоры семена пшеницы были промыты в горячей воде и пропарены в микроволновой печи в течении 5 мин.

Активное прорастание семян с появлением зародышевых корешков началось уже на следующий день. Однако, в экспериментальной группе, вопреки нашим ожиданиям, нами было отмечено полное торможение прорастания семян. В то время, как в контрольной группе появились дружные всходы.

Наблюдаемый эффект торможения нами объясняется тем, что помимо стимуляторов роста на этом этапе *Trichoderma veride* выбросила большое количество угнетателей роста – глиотоксина и виридиола. Токсины ингибировали всхожесть, даже при высокой концентрации семян. Кроме того, активность этих токсинов могла возрасти при низких значениях pH (pH =4). Механизм токсичности данных веществ по отношению к растениям в науке малоизучен. Известно только, что глиотоксин блокирует синтез аминокислот, а виридиол является слабым антибиотиком, но сильным гербицидом и может быстро накапливаться в прикорневой зоне. Типичными симптомами его воздействия являются низкая всхожесть семян и слабое развитие корневой системы, что мы и наблюдали. В исследовании мы допускаем, что, возможно использование *Trichoderma veride* менее целесообразно на этапе проращивания семян, но эффективно для улучшения роста и биопротекции уже сформированных растений.

**Воздействие *Trichoderma veride* на прорастание семян пшеницы**

дата	Экспериментальная группа Зерна пшеницы, обработанные <i>Trichoderma veride</i>	Контрольная группа Зерна пшеницы, замоченные чистой водой
24.12.2024	Закладка опыта	Закладка опыта
25.12.2024		
27.12.2024		
2.01.2025		

## Заключение

В современных условиях разработка экологически чистых биотехнологий защиты растений является одной из актуальных задач. Такие технологии, по сравнению с химической защитой, безвредны для самих растений, человека и окружающей среды. В последние годы наблюдается возросший научный и практический интерес к грибам рода *Trichoderma* как к эффективному биопротектору. Исследованиями установлено, что микромицет способен ингибировать активность фитопатогенных грибов и сохранять урожай. И, кроме того, за счет синтеза и выделения факторов роста (ауксинов, цитокинов и этилена), антибиотиков, ферментов улучшать рост и плодоношение растений, а также структуру почвы.

В экспериментальной части работы изучен процесс развития *Trichoderma veride* из спорово – мицеллярного препарата, исследована ее биологическая активность – влияние на рост плесневых грибов (на примере пеницилла) и прорастание семян пшеницы.

В лабораторных условиях *Trichoderma veride* хорошо культивируется из спорово – мицеллярной смеси на агарной среде и длительное время сохраняет свою жизнеспособность. *Trichoderma veride* прорастает на агагре вначале в виде бесцветного мицелия, который быстро разрастается и с возрастом приобретает болотный цвет. Характер зарастания – очаговый.

*Trichoderma veride* способна проявлять позитивную биологическую активность по отношению, в частности к пенициллу. И может рассматриваться в этом случае как эффективный биопротектор. В исследовании выявлена хронологическая последовательность этапов микопаразитизма *Trichoderma veride*: инициация, атака, накидывание капора, спороношение. Отмечается высокая агрессивность изучаемого гриба.

Результаты эксперимента позволили зафиксировать отрицательную активность в отношении влияния *Trichoderma veride* на прорастание семян пшеницы. Данное негативное проявление может быть связано с активным синтезом глиотоксина и виридиола, ухудшающих прорастание семян и дальнейшее развитие растений. В исследовании мы допускаем, что, возможно, использование *Trichoderma veride* менее целесообразно на этапе проращивания семян, но эффективно для улучшения роста и биопротекции уже сформированных растений.

Практическая значимость работы заключается в обосновании использования *Trichoderma veride* на частных подворьях при выращивании культурных растений на разных этапах их развития. Использование живого мицелия вместо спорового концентрата повышает его эффективность, сокращает временные и финансовые затраты, гарантирует получение и сбор здорового урожая.

Перспективными направлениями развития темы исследования может быть: изучение биологической активности *Trichoderma veride* при проращивании семян разных семейств однодольных и двудольных растений, исследование влияния триходермы на фитофтору в открытом грунте.



## Список использованной литературы

1. Алимова Ф.К. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma*. — Казань, 2006.
2. Аспите А. Ф., Швинка Ю. Э., Стрикаускас С. В. Использование триходермина для защиты растений от фитопатогенных микромицетов // Вестник с.-х. науки, 1981. – № 9. С. 114–118.
3. Барахтянская Н. Г., Дубов Ю. Г. Биологические препараты для защиты растений // Защита раст., 1986. – № 3. – С. 13.
4. Гнеушева И.А., Павловская Н.Е., Яковлева И.В. Биологическая активность грибов рода *Trichoderma* и их промышленное применение // Вестник Орел ГАУ, 2012. - № 3. С. 36 – 39.
5. Матчанова, Д. Ш. Микроскопические грибы рода *Trichoderma* — продуценты биологически активных веществ // Молодой ученый. — 2017. — № 3 (137). — С. 230-233.  
[URL:https://moluch.ru/archive/137/38580](https://moluch.ru/archive/137/38580)
6. Смирнова И.П., Каримова Е.В., Шнейдер Ю.А. Использование метаболитов рода *trichoderma* // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: агрономия и животноводство. – 2016. – № 3 – С. 22-29.
7. Штерниш М.В. Грибные препараты / М.В. Штерниш, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова // Биологическая защита растений. – М: Колос, 2004. – С. 195-198.