

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГУО «Лицей Белорусского Государственного Университета»

**Trichoderma viride. Культивирование и проверка
полезных свойств на практике**

Автор:

Подова Виктория Олеговна,
учащаяся 10 «Био 2» класса

Научный руководитель:

Макаревич Татьяна Николаевна,
учитель биологии

Минск, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ГРИБОВ РОДА TRICHODERMA.....	5
1.1 Подбор питательной среды.....	5
1.2 Приготовление питательной среды.....	7
1.3 Посев спор и мицелия <i>Trichoderma viride</i> на питательные среды и наблюдение за ростом и развитием культуры.....	9
ГЛАВА 2. ВЫДЕЛЕНИЕ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ TRICHODERMA VIRIDE.....	12
ГЛАВА 3. ПЕРЕСАДКА ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ TRICHODERMA VIRIDE НА ПЕРЛОВУЮ КРУПУ.....	15
ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ PH СРЕДЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ TRICHODERMA VIRIDE.....	16
ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ TRICHODERMA VIRIDE НА СКОРОСТЬ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН И РОСТ ПШЕНИЦЫ.....	17
ГЛАВА 6. ПРОВЕРКА КОМПСТИРУЮЩИХ СВОЙСТВ TRICHODERMA VIRIDE.....	20
ВЫВОДЫ.....	21
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	22

ВВЕДЕНИЕ.

Важной частью современного садоводства и огородничества является защита растений от болезней и вредителей. Разработка эффективных средств защиты растений очень актуальна и постоянно находятся в центре внимания ученых и производителей. В настоящее время основным средством защиты растений от болезней и вредителей является использование химических веществ. Желание быстрее достичь максимального эффекта до сих пор является приоритетным в выборе средств защиты растений. Однако одной из основных проблем в растениеводстве является появление устойчивости таких микроорганизмов, как, например, плесневые грибы и бактерии, вызывающие заболевания растений к химическим препаратам. Это способствует увеличению числа обработок и применяемых концентраций химических препаратов, что в свою очередь, приводит к ухудшению экологической ситуации.

Действительно, выбирая из огромного ассортимента представленных в продажу химических средств, немногие выбирают препараты, безопасные для окружающей среды. Примером безопасного препарата могут служить препараты на основе микроскопических почвенных грибов рода *Trichoderma*, относящихся к отделу *Ascomycota* (рус. Сумчатые грибы). Конкретно объектом моего исследования стал вид *Trichoderma viride* (рус. Триходерма зеленая) [1].

Грибы рода *Trichoderma* широко распространены в природе. Их можно встретить, например, на трутовых грибах, мертвой древесине, лиственном и хвойном опаде. Они играют важную роль в осуществлении биодegradации – процесса деструкции, катализатором которого являются ферменты и метаболиты микроорганизмов.

Многочисленные литературные данные свидетельствуют о высокой эффективности препаратов на основе гриба *Trichoderma*, применяющихся для борьбы с болезнями различных сельскохозяйственных культур. Эти Грибы рода *Trichoderma* в процессе своей жизнедеятельности выделяют в почву продукты обмена веществ, которые являются многофункциональными. Также гриб обладает быстрым ростом, агрессивно конкурируя за питательные ресурсы с патогенной микрофлорой. Все это обеспечивает лидирующее положение грибов рода *Trichoderma* среди других почвенных микроорганизмов и

помогает бороться с такими заболеваниями растений, как черная ножка, корневые и прикорневые гнили, трахеомикозное увядание, сосудистый и слизистый бактериоз, аскохитоз, серая гниль.

Помимо борьбы с другими микроорганизмами, грибы рода *Trichoderma* оказывают стимулирующее действие на рост и развитие растения в целом. По литературным данным, грибы рода *Trichoderma* могут выделять ауксины (индол-3-ацетальдегид, индол-3-уксусная кислота, индол-3-этанол) и гибберелины, стимулирующие рост корней, стеблей, листьев, плодов, абсцизовую кислоту, помогающую приспособиться к неблагоприятным природным условиям, цитокинины, стимулирующие деление клеток, этилен, отвечающий за биотический стресс [3,4].

Согласно приведенным выше сведениям, грибы рода *Trichoderma* обладают многочисленными полезными свойствами. Поэтому выбранная тема является актуальной и важной для современного растениеводства.

Целью моего научного исследования является изучение культивирования и некоторых полезных свойств микроскопических грибов рода *Trichoderma*.

Были поставлены следующие задачи:

- Изучение литературных материалов и ресурсов сети Интернет по данной теме
- Выбор оптимальной для роста гриба питательной среды и ее приготовление в домашних условиях
- Посев препарата на питательную среду и наблюдение за ростом гриба
- Выделение чистой культуры и ее пересадка на перловую крупу с целью увеличения объема препарата
- Изучение влияния гриба на скорость прорастания и рост семян пшеницы
- Изучение влияния кислотности субстрата на рост и развитие гриба рода *Trichoderma*
- Проверка свойства гриба рода *Trichoderma* быстро разлагать органические отходы и образовывать компост
- Обсуждение результатов исследования

ГЛАВА 1. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ГРИБОВ РОДА TRICHODERMA

1.1 Подбор питательной среды

Культивирование микроорганизмов (а в частности и гриба рода *Trichoderma*) – это процесс выращивания микроорганизмов в специальных условиях, например, на питательной среде. Умение культивировать микроорганизмы является важным, потому что от этого навыка может зависеть успешность выполнения поставленной задачи. Для эффективного культивирования первостепенное значение имеет информированность об обмене веществ выращиваемого организма. Также требуется представление об оптимальных условиях, таких как наличие кислорода, в зависимости от того, является организм аэробом или анаэробом, освещенность, в зависимости от типа питания, влажность. Чтобы культивировать микроорганизмы, необходимы особые питательные среды, которые должны удовлетворять всем жизненно важным потребностям, ведь, согласно поставленным целям, микроорганизмы должны осуществлять процессы дыхания, питания, размножения. Поэтому следует внимательно относиться к подбору питательной среды. Правильно выбранные физические и химические свойства среды делают возможным выделение, получение чистой культуры и изучение свойств микроорганизмов.

Питательная среда, несомненно, должна быть обогащена различного рода питательными веществами. Одним из главных компонентов среды служит какой-либо источник углерода, ведь, как известно, все представители Царства Грибы питаются готовыми органическими веществами, то есть являются гетеротрофами. Привычным источником углерода принято считать глюкозу, однако некоторые микроорганизмы, живущие в почве, могут использовать в качестве источника энергии и другие вещества, например, целлюлозу. Важным для роста и развития микроорганизмов на питательной среде также является азот. Он может быть представлен в виде органических, например белков или аминокислот, и неорганических веществ, содержащих азот. Для культивирования микроорганизмов на питательной среде желательным является содержание небольшого количества витаминов в ее составе, например, витаминов группы В, фолиевой кислоты, а также минеральных солей. Как известно, необходимым условием для жизни является вода, поэтому она наравне с

вышеперечисленными веществами является незаменимым компонентом питательных сред.

Помимо химической составляющей, рост и развитие микроорганизмов (в том числе и грибов рода *Trichoderma*) напрямую зависит от таких факторов, как температура, влажность, показатель кислотности, концентрация кислорода в воздухе [5, 6]. Однако, если учесть тот факт, что выбранный для исследования гриб может произрастать на мертвой древесине и трутовых грибах, можно сделать вывод, что он умеет приспосабливаться и выживать в различных условиях окружающей среды.

Согласно приведенным выше факторам, для успешного культивирования микроорганизмов были выбраны три вида питательных сред: картофельно- и бобово-глюкозная твердая среда, а также жидкая картофельно-глюкозная среда.

Картофель имеет разнообразный химический состав, содержит необходимые витамины, минеральные вещества, белки и аминокислоты, что делает его хорошим источником важных для микроорганизмов веществ [7].

В качестве бобового компонента для приготовления питательной среды была выбрана белая фасоль. Она, как и картофель, имеет необходимые вещества в составе, однако, содержание в ней витаминов и минералов немного больше, чем в картофеле. Также фасоль отличается высоким, по сравнению с картофелем, содержанием белка [8].

Гелеобразующим компонентом послужил агар, представляющий собой экстракт из красных водорослей. Его преимуществом среди других загустителей, таких как желатин, пектин, крахмал, является относительно высокая температура плавления – 90-100°C и возможность многократного нагревания и доведения до кипения без потери важных свойств, то есть агар не плавится при комнатной температуре, которая является оптимальной для культивирования гриба рода *Trichoderma*. Также агар имеет ценное свойство – он не подвергается разложению микроорганизмами. Это значит, что питательная среда не будет подвержена процессу гниения [6 / т.2, гл.12].

Как было сказано ранее, необходимым компонентом питательной среды является источник углерода. В данном случае источником

углерода послужила сахароза, а точнее свекловичный сахар, которая по своей природе является дисахаридом – состоит из глюкозы и фруктозы [6 / т.1, гл. 3].

1.2 Приготовление питательной среды.



Рис. 1.1 Очищенный картофель

2. Картофель был нарезан на небольшие ломтики, что в дальнейшем ускорит процесс термической обработки.



Рис. 1.2 Измельченный картофель



Рис. 1.3 Картофель в сотейнике, 500 мл воды

1. Для приготовления картофельно-глюкозной питательной среды был выбран и очищен клубень картофеля. Его масса без кожуры при взвешивании на кухонных весах составила 100 грамм.

3. Нарезанный картофель был помещен в сотейник. К нему была добавлена дистиллированная вода в объеме 500 миллилитров (из расчета 1 литр воды на 200 грамм картофеля).

4. Нарезанный картофель варился в воде в течение 30 минут после закипания. Затем отвар был охлажден до комнатной температуры и отфильтрован через стерильную марлевую ткань. Объем раствора был доведен до первоначального объема, поскольку в ходе варки часть воды испарилась.



Рис. 1.4 Фильтрование отвара картофеля



Рис. 1.5 Сахар массой 10 г

5. К отфильтрованному картофельному отвару был добавлен свекловичный сахар массой 10 грамм (в расчете 20 грамм сахара на 1 литр воды).



Рис. 1.6 Жидкая питательная среда

6. Для приготовления жидкой картофельно-глюкозной питательной среды полученный раствор был прогрет до полного растворения сахара и перелит в простерилизованную стеклянную банку.



Рис. 1.7 Агар-агар

7. К оставшемуся раствору объемом 300 миллилитров был добавлен агар-агар массой 6 грамм (в расчете 20 грамм на 1 литр жидкости).



Рис. 1.8 Фильтрация раствора

8. Раствор был прогрет до полного растворения агар-агара и отфильтрован через марлевую ткань.

9. Раствор был разлит по стерильным банкам. Для каждой банки, включая емкость с неагаризованной питательной средой, была сделана крышка из фольги. Банки были отправлены в духовой шкаф, выполняющий роль автоклавы, при температуре 150 градусов на 40 минут.



Рис. 1.9 Емкости с питательной средой

Аналогично в дальнейшем была приготовлена твердая бобово-глюкозная питательная среда. Для этого 50 грамм белой фасоли было замочено в холодной воде и оставлено на 1 час. После этого вода была слита, а к фасоли добавилось 500 миллилитров дистиллированной воды. Далее раствор варился в течение 1 часа, был охлажден, отфильтрован. К отвару добавлено 10 грамм сахара, 10 грамм агар-агара. Раствор был прогрет и отфильтрован, разлит по емкостям и простерилизован в духовой печи.

1.3 Посев спор и мицелия *Trichoderma viride* на питательные среды и наблюдение за ростом и развитием культуры.

Для дальнейшего посева на питательные среды гриба был выбран биофунгицид на основе спорово-мицелиальной массы гриба *Trichoderma veride* штамм 471, титр не менее 1 млрд. спор/г (Рис. 1.10). Изготовитель и регистрант препарата – российская производственная компания «Ваше хозяйство» [9].



Рис. 1.10 Упаковка биопрепарата



Рис. 1.11 Содержимое упаковки



Рис. 1.12 Посев препарата на твердую питательную среду

Кристаллическая масса (Рис. 1.11) была посеяна на картофельно-глюкозную твердую и жидкую питательные среды (Рис. 1.12).

Через 1 сутки на твердой картофельно-глюкозной питательной среде были обнаружены только микроорганизмы, которые не относятся к грибам рода *Trichoderma* (Рис. 1.13).

В емкости с жидкой питательной средой через сутки после посева препарата было замечено небольшое количество осадка (Рис. 1.14).



Рис. 1.13 Твердая картофельно-глюкозная питательная среда, 1-е сутки после посева



Рис. 1.14 Жидкая картофельно-глюкозная питательная среда, вид снизу емкости, 1-е сутки после посева

На вторые сутки на твердой питательной среде появился белый участок мицелия микроскопического гриба *Trichoderma viride* (Рис. 1.15). На жидкой питательной среде количество осадка немного увеличилось (Рис. 1.16).



Рис. 1.15 Твердая питательная среда, 2-е сутки



Рис. 1.16 Жидкая питательная среда, 2-е сутки

После прохождения трех суток с момента посева культуры, на твердой питательной среде участок мицелия *Trichoderma viride* приобрел зеленоватый оттенок (Рис. 1.17). Это свидетельствует о начале спороношения гриба. На жидкой среде изменений не наблюдалось.

На четвертые сутки мицелий *Trichoderma viride* имел более темный оттенок, чем ранее. Он увеличился в размерах и занял большую часть твердой картофельно-глюкозной среды (Рис. 1.17). Состояние жидкой питательной среды изменилось незначительно.



Рис. 1.17 Твердая питательная среда, 3-е сутки



Рис. 1.18 Твердая питательная среда, 4-е сутки

На поверхности жидкой питательной среды на пятые сутки появился хорошо заметный мицелий *Trichoderma viride* (Рис. 1.19). На следующие сутки он увеличился и приобрел темно-зеленый оттенок (Рис. 1.20). Уже к девятым суткам мицелий занял всю площадь поверхности жидкой питательной среды и начал нарастать вторым слоем (Рис. 1.21).



Рис. 1.19 Жидкая питательная среда, 5-е сутки



Рис. 1.20 Жидкая питательная среда, 6-е сутки



Рис. 1.21 Жидкая питательная среда, 9-е сутки

В результате наблюдения за ростом и развитием культуры *Trichoderma viride*, выращенной из биопрепарата, было замечено, что гриб способен довольно быстро расти как на твердой, так и на жидкой картофельно-глюкозной питательной среде. Также было обнаружено, что *Trichoderma viride* может подавлять рост микроорганизмов, например тех, которые на 1-е сутки появились на твердой питательной среде. В ходе исследования также было замечено, что данный гриб имеет характерный запах, напоминающий запах тропических фруктов, кокоса. Подобного рода запахи не характерны для других микроскопических грибов.

ГЛАВА 2. ВЫДЕЛЕНИЕ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ *TRICHODERMA VIRIDE*

Для выделения чистой культуры *Trichoderma viride* была взята картофельно-глюкозная, а так же 2 экземпляра бобово-глюкозной твердой питательной среды. На все среды методом укола в центр емкости был инокулирован фрагмент мицелия гриба со спорами, взятый с участка твердой питательной среды, не содержащего другие микроорганизмы, на которой ранее была выращена культура.

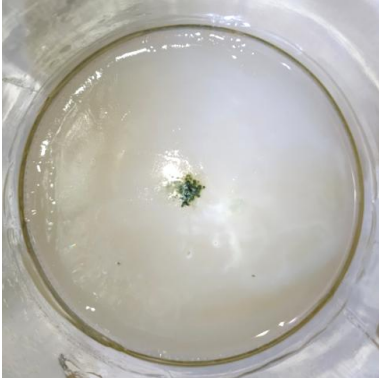
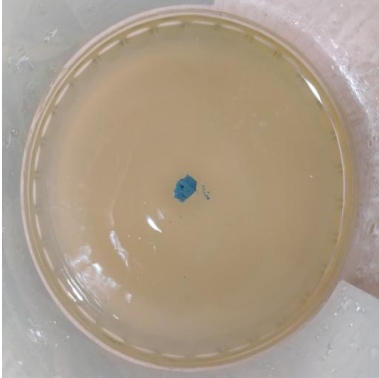


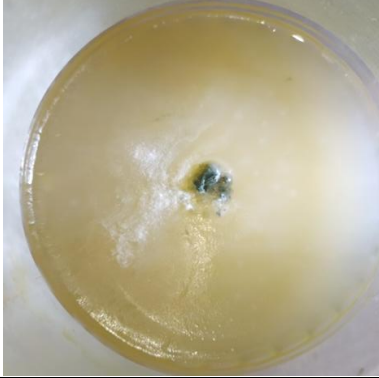





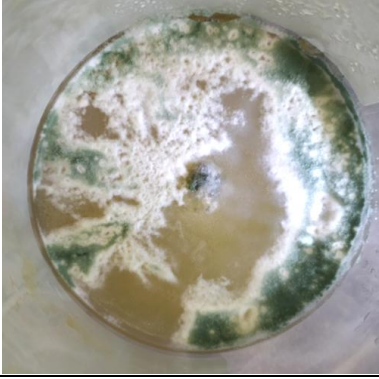
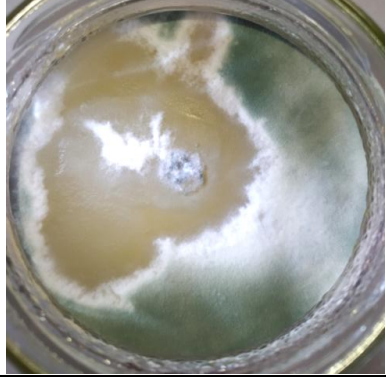
	Картофельно-глюкозная твердая питательная среда	Бобово-глюкозная твердая питательная среда, образец 1	Бобово-глюкозная твердая питательная среда, образец 2
1 сутки			
2 сутки			
3 сутки			
4 сутки			

Табл. 2.1 Чистая культура *Trichoderma viride* на разных питательных средах

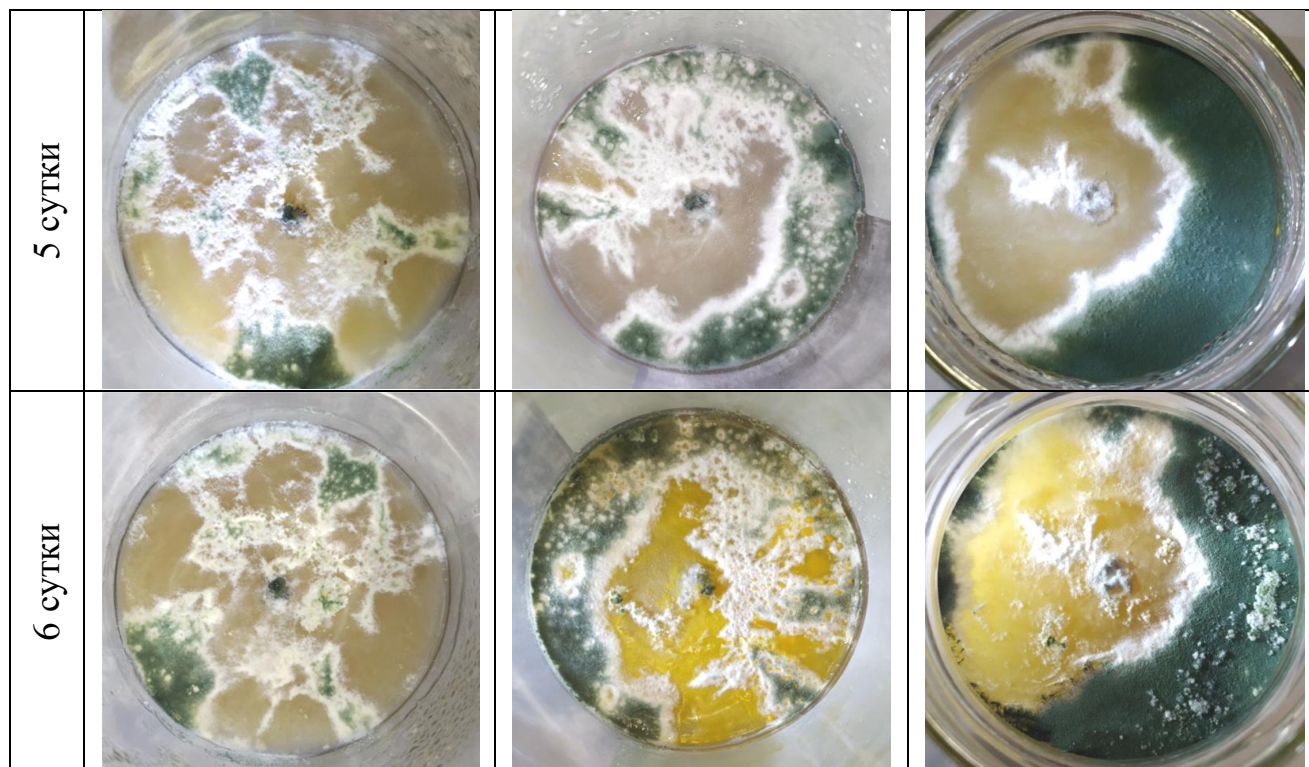


Табл. 2.1 Чистая культура *Trichoderma viride* на разных питательных средах (продолжение)

На вторые сутки после инокуляции на всех трех питательных средах появился мицелий *Trichoderma viride*. Однако на картофельно-глюкозной среде размеры культуры оказались в разы больше, чем на бобово-глюкозной питательной среде (Табл. 2.1).

На третьи сутки мицелий гриба образца 1 на бобово-глюкозной среде сильно увеличился в размерах. Образец 2 имел незначительные изменения. На картофельно-глюкозной среде появились зеленые участки спороношения.

К четвертым суткам на бобово-глюкозной среде образца 2 мицелий *Trichoderma viride* занял довольно большую площадь. На остальных образцах наблюдался незначительный рост культуры и появление участков спороношения.

Последующие сутки рост *Trichoderma viride* на всех трех питательных средах был незначителен, зеленые участки спороношения увеличивались и приобретали более темный цвет.

Исходя из наблюдений, можно сделать вывод, что выделение чистой культуры *Trichoderma viride* было осуществлено удачно. Гриб

может расти как на картофельно-, так и на бобово-глюкозной твердой питательной среде. Однако на бобово-глюкозной среде мицелий культуры распространился лучше и имел большее количество спороносных участков, что хорошо заметно при сравнении образцов на бобово-глюкозной питательной среде с культурой на картофельно-глюкозной. Возможно, это связано с большим количеством необходимых питательных веществ в ее составе. Но минусом бобовой среды является ее характерный фасолевый запах и большее количество времени, затраченного на ее приготовление.

ГЛАВА 3. ПЕРЕСАДКА ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ TRICHODERMA VIRIDE НА ПЕРЛОВУЮ КРУПУ

С целью увеличения объема, дальнейшего хранения и использования полезного почвенного гриба вида *Trichoderma viride* в качестве биофунгицида, была взята чистая культура *Trichoderma viride*, выращенная ранее, перловая крупа и стерильная емкость.

Крупа сначала была хорошо промыта в проточной воде. Это делалось для того, чтобы убрать с поверхности зерна клейковину, из-за которой приготовленная среда не была бы рассыпчатой. Далее перловая крупа была помещена в приготовленную емкость, залита кипятком и оставлена на 7 часов при комнатной температуре. По истечению этого времени зерна успели напитаться жидкостью, вода была слита.

Чистая культура *Trichoderma viride* с помощью стерильной петли была посажена методом нескольких уколов в емкость с перловой крупой.

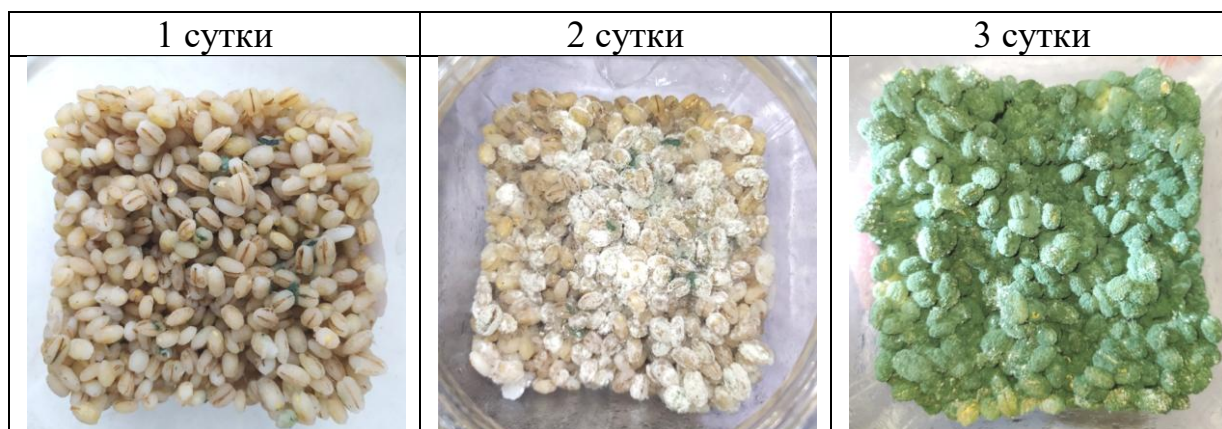


Табл. 3.1 Чистая культура *Trichoderma viride* на перловой крупе.

Уже на вторые сутки после посадки был замечен активный рост мицелия культуры, каждое зерно крупы было покрыто белым налетом *Trichoderma viride*. На третьи сутки мицелий покрыл абсолютно всю поверхность зерен и приобрел насыщенный зеленый цвет (Табл. 3.1).

После этого крупа с выращенной культурой была пересыпана в емкость большего размера и оставлена в теплом сухом помещении на 7 дней. За это время зерна высохли и не подверглись процессу гниения.

Таким образом, этот метод выращивания *Trichoderma viride* позволяет хранить ее довольно длительное время и использовать в хозяйстве. Полученное количество крупы, содержащей полезный гриб, по количеству спор и фрагментов мицелия в разы больше в сравнении с купленным биопрепаратом, а значит, имеет меньший расход. Также полученный препарат более жизнеспособен при внесении в почву и не имеет в своем составе нежелательных микроорганизмов.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ PH СРЕДЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ TRICHODERMA VIRIDE.

Для того, чтобы проверить, как кислотность среды влияет на *Trichoderma viride*, была приготовлена твердая картофельно-глюкозная питательная среда. При помощи добавления в ее состав лимонной кислоты для достижения $ph = 2-6$ и щелочи – гидроксида натрия для достижения $ph = 9$. Первый образец среды имел $ph = 2-3$, второй – $3-4$, третий – $4-5$, четвертый – 6 , пятый (в который ничего не добавлялось) – $7-8$, шестой – 9 (Табл. 4.1).

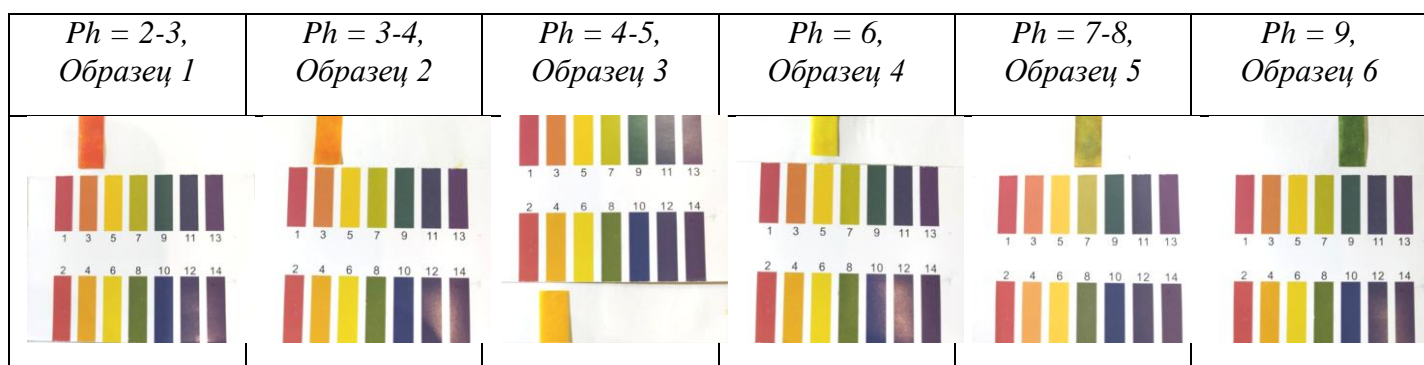


Табл. 4.1 Показатели кислотности приготовленных сред.

На каждую из приготовленных питательных сред методом укола в центр была инокулирована чистая культура *Trichoderma viride* (Табл. 4.2).

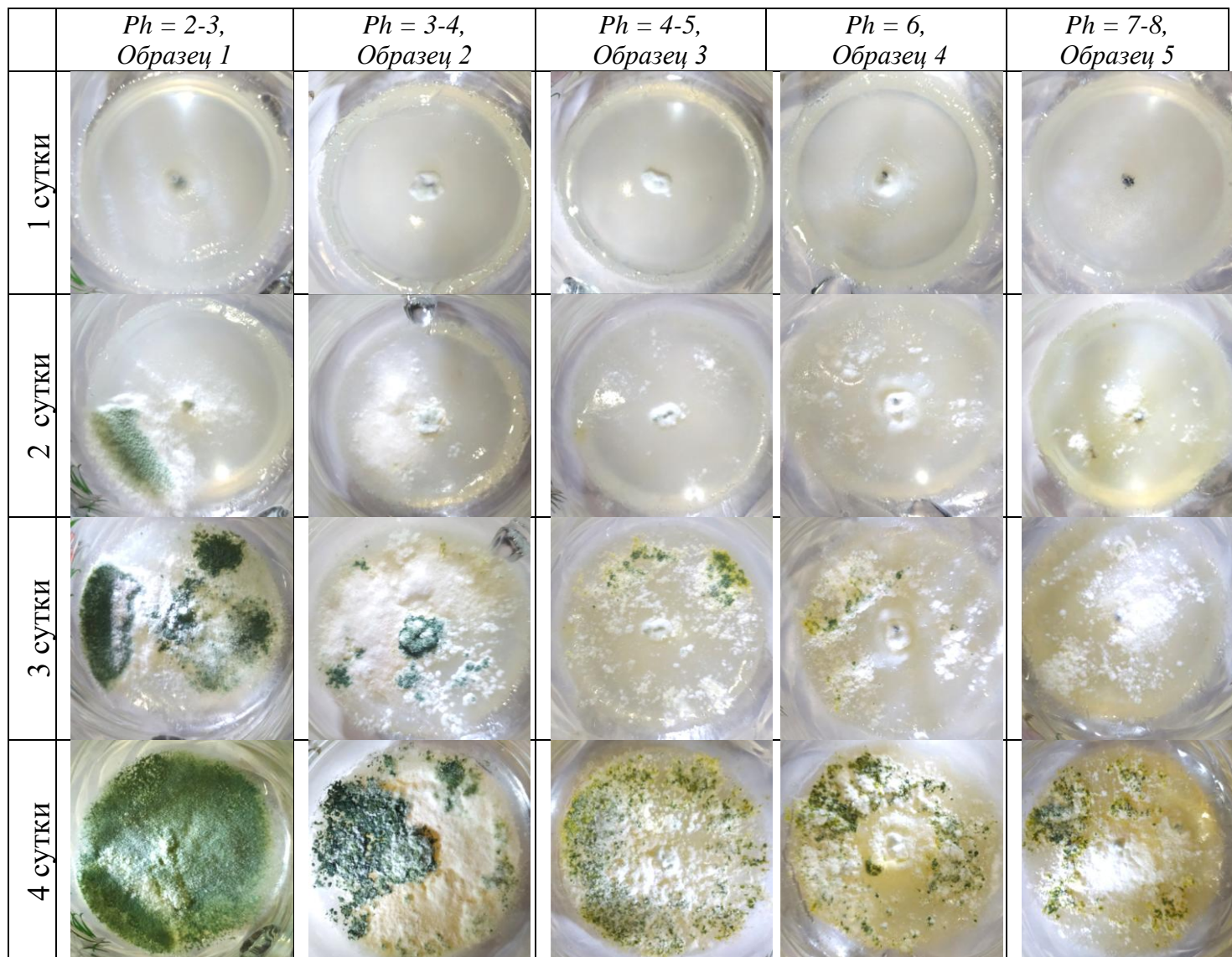


Табл. 4.2. Культура *Trichoderma viride* на питательных средах с различными значениями кислотности.

На вторые сутки на всех питательных средах, кроме образца 6, был замечен белый мицелий *Trichoderma viride*. Однако мицелий образца 1 имел наибольший размер и зеленый участок спороношения. Была замечена закономерность, что чем выше кислотность среды, тем больше размеры мицелия *Trichoderma viride*. Возможно, это связано именно с наличием лимонной кислоты. *Trichoderma viride* может нормально расти и при более высоком значении *ph*, но, в отличие от остальных, образец 6 (с добавлением щелочи) остался без изменений, поэтому не был включен в таблицу. Щелочная среда не благоприятна для роста гриба.

ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ *TRICHODERMA VIRIDE* НА СКОРОСТЬ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН И РОСТ ПШЕНИЦЫ

Для этого исследования были взяты семена пшеницы озимой, помещенные на ватные диски. Каждый из них был пропитан раствором с

различной концентрацией культуры *Trichoderma viride*, выращенной на жидкой питательной среде.































	Образец 1, вода	Образец 2, 1/100	Образец 3, 1/50	Образец 4, 1/10	Образец 5, 1/1
1 сутки					
2 сутки					
3 сутки					
4 сутки					
5 сутки					
6 сутки					

Табл. 5.1 Семена пшеницы, пророщенные с использованием растворов и разными концентрациями *Trichoderma viride*.

Первый образец – контроль, ватный диск был пропитан только водой. Второй – раствором *Trichoderma viride* и воды 1 к 100. Третий – 1 к 50, четвертый – 1 к 10, пятый – 1 к 1. На каждый ватный диск было помещено по 15 семян пшеницы. Уже через сутки семена образцов проросли. Самые большие проростки были у образца 5, самые маленькие – у образца 1. Последующие сутки наблюдался рост пшеницы.

При подсчете на четвертые сутки выяснилось, что образец 2 имел самое большое число проросших семян – 12 из 15, образец 3 – 10, образец 5 – 9, образец 1 – 8. Четвертый образец имел всего 6 проростков.

К пятым суткам было заметно, что зеленые проростки образца 5 перестали быстро увеличиваться, в отличие от других образцов. Это подтвердилось и при наблюдении на 6 сутки.

На седьмые сутки было проведено сравнение всех образцов. Образцы 1 и 2 имели примерно одинаковую длину ростков, образец 3 – чуть меньшую. Рост пшеницы образцов 4 и 5 был подавлен грибом *Trichoderma viride* (Рис. 5.1). Также были сравнены корневые системы образцов 1 и 2. У второго она оказалась гораздо более развита (Рис. 5.2).

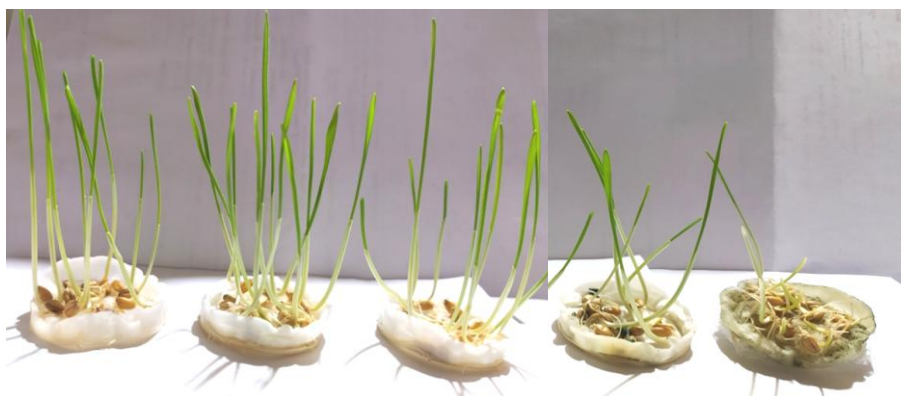


Рис. 5.1 Сравнение образцов 1-5 пшеницы, пророщенной с использованием растворов и разными концентрациями *Trichoderma viride*.



Рис. 5.2 Сравнение корневых систем пшеницы образцов 1 и 2.

Таким образом, данное исследование показало, что *Trichoderma viride* положительно влияет на прорастание семян пшеницы, но не влияет на рост растений. В высокой концентрации *Trichoderma viride* подавляет развитие пшеницы. Оптимальная концентрация фрагментов мицелия и спор гриба в растворе – 1/100. Также *Trichoderma viride* оказывает значительное положительное влияние на развитие корневой системы растений.

ГЛАВА 6. ПРОВЕРКА КОМПСТИРУЮЩИХ СВОЙСТВ TRICHODERMA VIRIDE

Для того, чтобы проверить, влияет ли *Trichoderma viride* на разложение органических остатков, были взяты очистки картофеля и моркови, помещенные в чистую сухую емкость. На их поверхность была посажена чистая культура *Trichoderma viride*.

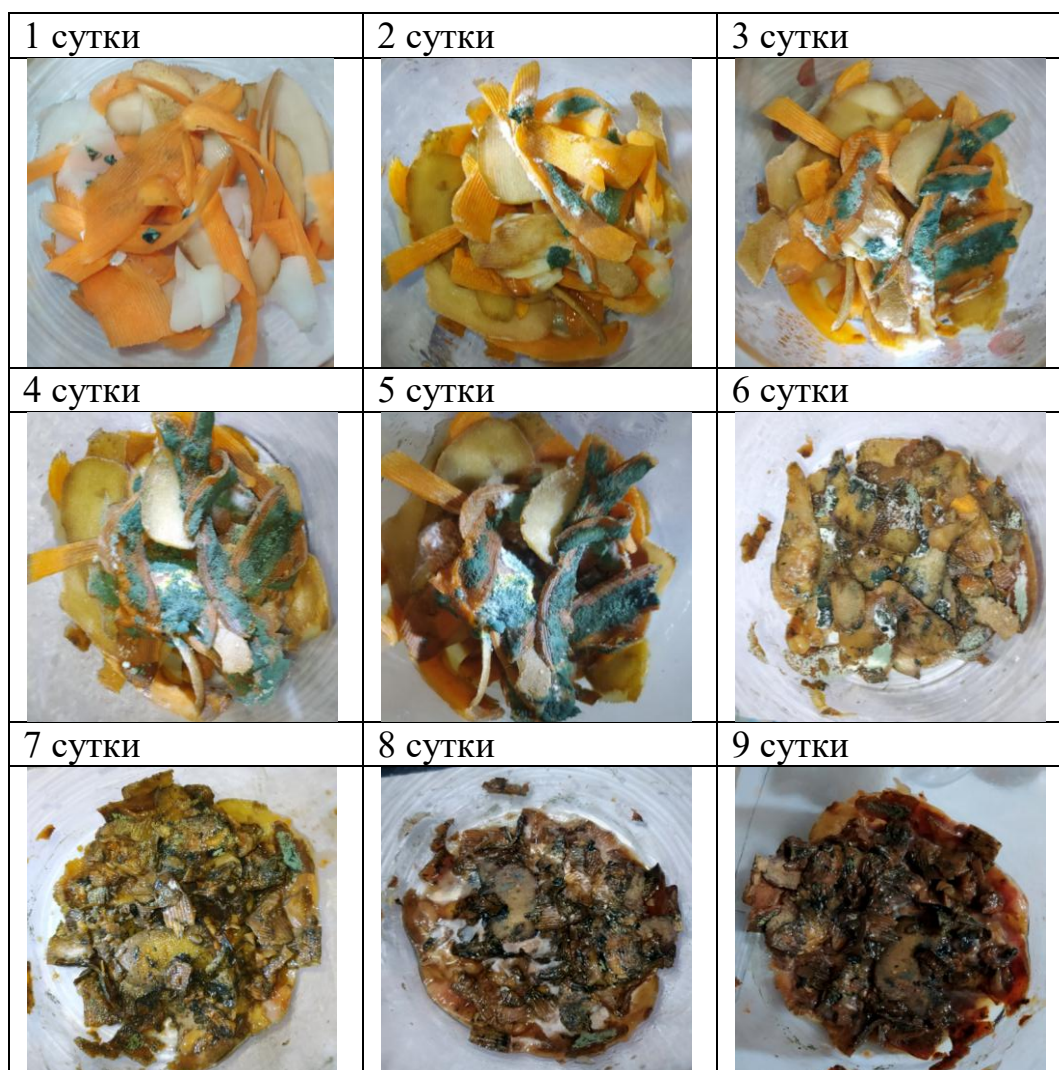


Табл. 6.1 Влияние *Trichoderma viride* на разложение органических остатков.

Уже ко вторым суткам после посадки был заметен рост культуры. На шестые сутки содержимое емкости было перемешано. К девятым суткам очистки приобрели темный цвет, произошел процесс разложения органических остатков. Это показывает, что гриб *Trichoderma viride* способен довольно быстро образовывать компост, что может быть использовано в хозяйстве.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в ходе исследований было показано, что *Trichoderma viride* является полезным многофункциональным грибом. Для его культивирования были подобраны и приготовлены картофельно-глюкозная жидкая и твердая питательные среды, а также бобово-глюкозная среда. На них был посеян биопрепарат на основе спор и мицелия *Trichoderma viride*. После этого с выращенных образцов была выделена чистая культура. При сравнении картофельно- и бобово-глюкозных твердых сред выяснилось, что на бобово-глюкозной грибок растет лучше, однако она имеет несколько минусов.

Чистая культура была посажена на заранее приготовленную перловую крупу, где *Trichoderma viride* довольно быстро заполнила всю ее поверхность. Этот метод выращивания довольно перспективен, он помог увеличить объем препарата и его срок хранения.

Также было изучено влияние кислотности среды на рост и развитие *Trichoderma viride*. Выяснилось, что лучше всего культура растет в кислой среде с $\text{pH} = 2-3$, но может развиваться и при более высоком значении pH . Однако щелочная среда оказалась неблагоприятной для роста *Trichoderma viride*.

Было выяснено, что *Trichoderma viride* положительно влияет на скорость прорастания семян при использовании раствора с концентрацией культуры 1/100, а также стимулирует рост корневой системы. Более высокая концентрация плохо влияет на развитие растений. *Trichoderma viride* не оказывает воздействие на рост растений.

Исследование показало, что *Trichoderma viride* имеет свойство быстро разлагать органические остатки, такие как очистки картофеля и моркови, и образовывать компост за короткий срок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gams W., Bissett J. Morphology and identification of Trichoderma / Trichoderma & Gliocladium / С. Р. Kubicek, G. E. Harman (eds.). — Taylor & Francis, 1998. — Vol. 1. Basic biology, taxonomy and genetics. — P. 15—16.
2. Алимova Ф.К. Промышленное применение грибов рода Trichoderma. — Казань, 2006.
3. Tahía Benítez, Ana M. Rincón, M. Carmen Limón, Antonio C. Codón. Biocontrol mechanisms of Trichoderma strains — International microbiology, 2004. №7. p. 249-260.
4. Hexon Angel Contreras-Cornejo, Lourdes Macías-Rodríguez, Carlos Cortés-Penagos, and José Lo´pez-Bucio. Trichoderma virens, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis — Plant Physiology, 2009. Vol. 149. P.1579–1592.
5. Замчук Л.А. Питательные среды / Большая медицинская энциклопедия, 3-е изд.
6. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология в трех томах под редакцией Сопера Р. – Москва «Мир», 2008
7. <https://fitaudit.ru/food/121650>
8. <https://fitaudit.ru/food/135663>
9. <https://stop-pest.ru/trihoderma-veride/>