

Тема: Выявление эффективной линии микромицета рода триходерма в качестве стернифага

Научно-исследовательский проект

Автор:

Ковальчук Евгения Сергеевна
МАОУ Лицей №97 г. Челябинска
Класс 11М²

Научный руководитель:

Нуштайкина Оксана Анатольевна
МАОУ Лицей №97 г. Челябинска
Руководитель кафедры естественных наук, учитель химии

Челябинск, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Литературный обзор	4
1.1 Классификация микромицетов	4
1.2 Характеристика микромицета рода <i>Trichoderma</i>	5
1.3 Описание естественных мест обитания микромицета рода <i>Trichoderma</i>	6
1.4 Биопрепараты на основе микромицета рода <i>Trichoderma</i>	7
1.5. Характеристика микромицета рода <i>Trichoderma</i> в качестве стернифага	8
2 Материалы и методы исследований	9
2.1 Целии задачи	9
2.2 Методы исследования	9
2.3 Характеристика объекта исследований	11
2.4 Технология применения биопрепаратов-стернифагов	12
3 Результаты исследований	13
3.1 Выделение чистой культуры и выбор питательной среды	13
3.2 Оценка эффективности триходермы	14
Выводы	18
Список литературы	19

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность: В Челябинской области, как и во многих других регионах распространено земледелие. Также у многих людей есть свои дачи, где они выращивают урожай. Все эти люди заинтересованы в плодородности почвы на своем участке земли. Но есть много возбудителей грибных заболеваний, а также в почве остаются отмершие корни, которые мешают развиваться новым растениям. Чтобы этого не допустить людям могут помочь стернифаги на составе микромицета рода *Trichoderma*, которые ускоряют разложение растительных остатков.

Гипотеза: на основе микромицета *Trichoderma* может быть создан новый биопрепарат по разложению стерневых остатков для условий северной лесостепи Зауралья.

Объект: микромицет рода *Trichoderma*.

Предмет: эффективность чистой линии микромицета рода *Trichoderma*.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Классификация микромицетов

Классификация грибов в настоящее время очень сложна и условна. Единую классификацию создать чрезвычайно трудно. Грибы могут быть классифицированы по разным признакам. При классификации наиболее часто учитываются морфология грибов и их способы размножения. Однако эти признаки являются множественными и, самое главное, могут изменяться при росте грибов. Еще более запутывает ситуацию тот факт, что к грибам относили некоторые организмы, не являющиеся, как выяснилось, грибами.

Все грибы можно условно разделить на 2 группы: – дрожжевые – состоят из отдельных клеток и размножаются делением и почкованием; – плесневые или нитчатые, мицелиальные (плесени) – многоклеточные организмы, характеризуются наличием мицелия и размножаются спорами и фрагментацией гиф – особых выростов шириной 3–4 мкм. Гифы имеют ядро и стенку, содержащую целлюлозу или хитин. Комплекс гиф образует мицелий. Отдельные дрожжи способны формировать псевдомицелий, размножаясь секвенциально без деления. Плесень как нетаксономическое обозначение — это расположенные на поверхности питательного субстрата органы размножения разных видов грибов. Плесень состоит из переплетенных гиф и спор и представляет собой аморфную массу, которая может иметь разную окраску, форму и консистенцию. Диморфизм характерен для возбудителей системных микозов – бластомикоза, гистоплазмоза, кокцидиоидомикоза. В организме хозяина они образуют дрожжеподобные клетки, а *in vitro* растут в виде мицелия. Это связано с температурным режимом репродукции (температурозависимый диморфизм). В зараженном организме могут присутствовать и оба морфологических варианта гриба – это характерно не только для *Malassezia*, но и для *Candida albicans*. Основная и наиболее используемая классификация – по способу размножения. Грибы размножаются спорами и путем фрагментации гиф. Споры образуются бесполом (простое деление клеток) и половым (слияние двух клеток с образованием зиготы) способами. Причем у большинства грибов стадии бесполого и полового размножения чередуются. Споронесущие части составляют основу классификации. Все грибы, рассматриваемые в медицинской микологии, можно классифицировать следующим образом: аскомицеты (*Ascomycetes*, *Ascomycota*), базидиомицеты (*Basidiomycetes*, *Basidiomycota*), зигомицеты (*Zygomycetes*, *Zygomycota*), хитридиомицеты (*Chytridiomycetes* или *Oomycetes*, *Chytridiomycota*) и *Fungi Imperfecti* (или *Deuteromycota*, их сексуальные споры неизвестны. Грибы, патогенные для человека, есть

во всех группах, кроме хитридиомицетов. Последние важны как причины болезней в сельском хозяйстве и у низших холоднокровных животных. В подкласс *Hyphomycetes* класса *Ascomycetes* входят грибы, наиболее часто вызывающие аллергию, – это грибы родов *Alternaria*, *Penicillium* и *Aspergillus*. Поскольку классификация *Hyphomycetes* основана только на морфологии спор и не отражает других признаков, разные грибы, входящие в этот подкласс, значительно отличаются друг от друга по антигенному составу. Зигомицетами являются некоторые другие возбудители микозов – виды родов *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia*, *Basidiobolus*. Многие из них активно размножаются в компосте, соломе, земле и пищевых остатках. Члены этого класса, включая хлебную и сахарную плесень, образуют тонкостенные зигоспоры в результате соединения специальных мицелиальных выростов. К классу базидиомицетов относятся самые разнообразные формы: шляпочные грибы, дождевики, ржавчинные, головневые грибы, включая как сапрофитов, так и облигатных паразитов. К возбудителям болезней относят *Cryptococcus neoformans*, *Malassezia* spp., *Trichosporon* spp., *Rhodotorula* spp., *Schizophyllum commune*. Базидиоспоры развиваются на специализированных тканях – базидиях. Все грибы можно разделить также по отношению к температуре и влажности окружающей среды [1].

1.2 Характеристика микромицета рода *Trichoderma*

В настоящее время одним из наиболее изучаемых грибов является род *Trichoderma*. Это единственный род, каждый вид которого представлен в Генетическом Банке одним геном, а многие виды представлены последовательностью двух или более генов. Такой повышенный интерес к этому роду обусловлен его практической значимостью [2].

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 μm в диаметре. Погруженный мицелий более толстый до 8 μm шириной, с вздутиями и толстостенными клетками. Хламидоспоры обычно есть, обильные, терминальные или интеркилярные округлые, грушевидные до овальных, гладкостенные, светло-зеленые 8-15 μm в диаметре. Кондиеносцы древесно разветвленные, фиалиды бутылевидные прямые, конидии округлые или яйцевидные 3.7-6.0x3.0-5.2 μm 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. 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].

1.3 Описание естественных мест обитания микромицета рода *Trichoderma*

Trichodermaviride (синоним – *Trichodermalignorum*) – один из наиболее широко распространенных грибов почвы. Выявляется в лесах, полях и на культивируемых землях. Он может расти и на других грибах, обычно обнаруживается на древе сине, гобеленах, в сырых помещениях, часто обнаруживается на кухнях, где растет на неглицерованном кафеле. *Trichoderma* может вызывать проблемы при искусственном культивировании грибов и луковиц тюльпанов. [1].

Члены рода *Нуростеа* и его анаморфа *Trichoderma* являются типичными представителями влажных лесов всех типов. Большинство представительных видов рода *Нуромыces* (Fr.) (*Нуростеасеае*) паразитируют на культурных и съедобных грибах. Виды *Нуростеа* и его анаморфа *Trichoderma*Pers. часто встречаются не только во влажных тропических и субтропических лесах, но также в аридных умеренных и северных зонах и даже в более экстремальных нишах – на крайнем севере и крайнем юге. Телеоморфы *Нуростеа* можно обнаружить на древесине, на мицелии других членов *Ascomycota*, на живых базидиомицетах, на съедобных грибах на разных стадиях гниения, реже они встречаются на травяных субстратах. Обычно виды *Trichoderma* выделяют из почвы, хотя они часто спорулируют на древесине, на шляпках культурных грибов, на лесных грибах, где их можно определить с легкостью по массе конидий, окрашенных в зеленый цвет, реже в белый и желтый цвета. *Trichoderma* составляет значительную часть биомассы грибов почвы[4].

1.4 Биопрепараты на основе микромицета рода *Trichoderma*

В процессе своей жизнедеятельности грибы *Trichoderma* выделяют в почву свои метаболиты, которые, благодаря своей полифункциональности, обеспечивают лидирующее положение среди других почвенных микроорганизмов. В нашей стране созданы биопрепараты на основе грибов рода *Trichoderma*. По результатам опытов, проведенных в ряде хозяйств нашей страны, применение триходермина снижало поражение огурцов белой гнилью почти в три раза и повышало урожай на 34,54%. Многочисленные литературные данные свидетельствуют о высокой эффективности препаратов на основе гриба *Trichoderma*, применяющихся для борьбы с болезнями различных сельскохозяйственных культур. В сельском хозяйстве применяется не только препарат триходермин, но и сам продуцент в виде порошка, состоящего из спор и мицелия гриба. По практическому применению рода *Trichoderma* большинство исследований связано с заболеванием сельскохозяйственных культур, с использованием этого рода в борьбе с фитопатогенами либо с использованием вторичных метаболитов, в частности фитогормонов, для стимуляции роста растений. Благодаря хорошему аминокислотному составу, весьма низкому содержанию нуклеиновых кислот, способности утилизировать сложные растительные субстраты некоторые исследователи рекомендуют использовать грибы рода *Trichoderma* в качестве источника белка. Изучены условия глубинного культивирования грибов рода *Trichoderma* на лигноцеллюлозных отходах сельского хозяйства — соломе, с целью получения белковой биомассы. Известно, что колонизация корней растений видами *Trichoderma* вызывает изменения в метаболизме растений, которые в дальнейшем могут привести к усилению развития корневой системы, увеличению урожая и повышению сопротивления к абиотическим и биотическим факторам. В борьбе за пространство и субстрат, а также целый ряд ферментов, способных разрушать различные полисахариды (целлюлозу, гемицеллюлозу) и некоторые другие полимеры. Доказано, что грибы рода *Trichoderma* способны улучшать плодородие и структуру почвы. Штаммы этих грибов гетерогенны по устойчивости к низким температурам. Во многих странах отобраны холодостойкие антагонистические штаммы, которые используют для защиты овощей и плодов от гнилей при температуре хранения +2-4°C[2].

Грибы-антагонисты рода *Trichoderma*, входя в гетеротрофный блок микроорганизмов, оказывающие влияние на почвообразовательные процессы, улучшая почвенную структуру, участвуя в формировании гумуса за счет минерализации органических остатков и биоконверсии, а так же регуляции комплекса микробиоты почв,

ограничивая развитие фитопатогенных видов. *Trichoderma* широко распространены в корневых (ризосфере) экосистемах. Грибы позитивно влияют на рост большинства культурных растений за счёт поглощения растением микро- и макроэлементов, стимулирования роста азотфиксирующих бактерий, что обусловлено их рострегулирующей активностью. Они обладают высокой антагонистической активностью по отношению ко многим фитопатогенам, что обуславливает их применение в качестве биофунгицидов [5].

1.5. Характеристика микромицета рода *Trichoderma* в качестве стернифага

Стернифаг, СП – современный эффективный почвенный биологический фунгицид на основе микроскопического гриба *Trichoderma harzianum*, разработан с целью ускорения разложения стерни и соломы злаковых, растительных остатков сои, кукурузы, подсолнечника и подавления фитопатогенов на растительных остатках и в почве.

Trichoderma это гриб-антагонист к большинству фитопатогенных почвенных грибов вызывающих фузариозы, альтернариозы и т.д., который способен конкурировать с ними за питание. Стернифаг, СП защищает растения и одновременно ускоряет разложение растительных остатков в почве, в том числе и высокополимерные компоненты растительных остатков.

В процессе роста и развития гриб *Trichoderma* выделяет биологически активные вещества, обладающие фитозащитными и ростостимулирующими свойствами. У растений в присутствии Стернифаг, СП формируется более мощная и здоровая корневая система, растения хорошо перезимовывают, что в итоге отражается на прибавке урожая.

Препарат представляет собой споровую форму этого гриба (сыпучий порошок) который совместим с инсектицидами, гербицидами и удобрениями (с концентрацией растворов до 2%). Норма расхода Стернифаг, СП 80 г/га. Препарат полностью растворяется в воде и не забивает форсунки опрыскивающей техники. При необходимости ускорить процесс разложения растительных остатков, в рабочий раствор рекомендуется добавить стартовый азот в виде аммиачной селитры в норме 5 кг/га. Расход рабочего раствора 200 - 300 л/га.

Эффективность препарата увеличивается в период дождей и положительных температур (более +8 °С).

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Цели и задачи

На соломе ржи, льна озимой пшеницы применяет биопрепараты на основе отселектированных штаммов *Trichoderma* и стернифаг СП, особенностью данных препаратов является то, что используются штаммы триходермы адаптированные к условиям юга, где нет суровых Уральских зим.

В связи с этим перед нами была поставлена **цель:** изучить влияние биопрепарата Стернифаг СП на скорость разложения соломы льна в условиях лесостепной зоны Челябинской области.

Задачи:

Выделить чистую культуру микромицета *Trichoderma* препарата Стернифаг СП;

Оценить эффективность микромицета рода *Trichoderma* препарата Стернифаг СП по степени разложения соломы в лабораторных условиях;

2.2 Методы исследования

Выделение чистой культуры микромицета рода *Trichoderma* осуществлялось методом серийных разведений почвы и посевом на чашки Петри. Выделение чистой культуры гифонекронного комплекса проводили после смыва мицелия зараженной вешенки. Выделение чистой культуры из почвы ненарушенного сложения осуществлялось посевом крайнего разведения почвы, отобранной на территории хозяйства, где биопрепараты не применялись.

Отбор почвенных образцов осуществлялся в 2021 году, образцы почвы были взяты из слоя 0-20 см в стерильные пергаментные пакеты. Между пробами поверхность лопаты обрабатывали спиртом и сжигали. Образцы были проанализированы в первый день.

Из среднего образца на весах с соблюдением условий стерильности брали 1 г почвы и переносили в колбу с 99 мл физиологического раствора. Из этого разведения один миллилитр переносили стерильной пипеткой в пробирку с 9 мл физиологического раствора и т. д. Разведения почвенной взвеси готовили для роста от 50 до 150 колоний при посеве на чашку Петри.

Схема приготовления разведений:

1 г почвы + 99 мл стерильной воды – 1:100;

1 мл разведения 1:100 + 9мл стерильной воды – 1:1000;

1 мл разведения 1:1000 + 9 мл стерильной воды – 1:10000;

1 мл разведения 1:10000 + 9 мл стерильной воды – 1:100000.

Из последних разведений 1 мл вносили в стерильные чашки и помещали в термостат при определенной температуре.

Микромицеты выделяли стандартными микологическими методами. Образцы почвы высевали из серийного разбавления суспензии (1:100000) на подкисленную (для подавления роста бактерий) агаровую среду Сабуро ТУ 9229-014-00419798-95. Для определения рода грибов было взято небольшое количество мицелия и проведена микроскопия; таксономическая идентичность определялась структурой и расположением конидиеносцев.

Стерильность в микробиологической лаборатории является важным фактором для научных целей и собственной безопасности. В ходе исследования было использовано несколько методов стерилизации:

- стерилизация путем сжигания над пламенем горелки (пламя). Используется для стерилизации игл, петель, пинцетов, предметных стекол, горлышек колб, пробирок;
- стерилизация сухим жаром колб, пробирок, пипеток, чашек Петри, ваты проводится в сушильных шкафах, при температуре 160-170 °С, в течение 1-2 часов;
- стерилизация насыщенным паром под давлением используется для приготовления питательных сред, стерильной воды и физиологических растворов в течение 30-40 минут при температуре 120-121 °С, что соответствует давлению в одну атмосферу.

В качестве способов посева выбрали глубинный посев – когда питательная среда заливала исходную суспензию. Преимуществом глубинного посева являлось то, что микромицет более длительное время захватывает питательную среду в чашке Петри, и,

тем самым, гораздо дольше не выходит в фазу интенсивного спороношения, что дает возможность изучать его длительное время.

Для оценки эффективности микромицета рода *Trichoderma harzianum* препарата Стернифаг СП было выбрано два вида микромицета рода *Trichoderma*: из гифонекронного комплекса вешенки обыкновенной и из почвы ненарушенного сложения, выделенной из почвенного образца, отобранного на территории хозяйства.

Инкубация микромицета длится порядка трех дней при 25°C, нами сначала отмечался белесый, затем зеленоватый ватный налет, представленный переплетением гиф, образующих мицелий и конидиеносцев, постепенно колонии приобретают зеленую окраску. При рассмотрении в микроскоп гифы и конидиеносцы представляют собой симметрично расположенную сеть с шаровидными головками.

Эффективность микромицета рода *Trichoderma* в качестве стернифага оценивалась по шкале Д. Г. Звягинцева (1980) по интенсивности разложения льняного полотна (%): очень слабая – менее 10; слабая – 10-30; средняя – 30-50; сильная – 50-80; очень сильная – более 80.

2.3 Характеристика объекта исследований

Объектом исследований, проводимых в условиях опыта, являлся гриб триходерма, который повсеместно обнаруживается в не зависимости от климата и зоны, но активность или проявление эффективного генетического потенциала выражается в разной мере.

Зачастую данный вид микромицета применяют для получения ферментов, это связано с высокой целлюлозоразрушающей способностью, кроме того, по этой же причине эти грибы используют для получения белков и антибиотиков.

Триходерму, благодаря возможности перерабатывать органические соединения содержащие хлор применяют для отходоперерабатывающей промышленности и для очищения почв.

Виды гриба рода *Trichoderma* активно используются в производствах: пищевом, целлюлозном, зоотехническом, текстильном, медицинском и многих других.

Установлено, что благодаря способности данного вида гриба влиять на метаболизм флоры их применяют как стимуляторы посевных качеств, повышающих урожай и стрессоустойчивость к различным факторам, как биотических, так и абиотических.

Уже общеизвестный факт положительного влияния триходермы на повышение плодородия почвы, а также ее оструктуренности за счет разложения органического вещества накопленного в почве предшествующими культурами.

2.4 Технология применения биопрепаратов-стернифагов

В наших исследованиях помимо лабораторных опытов с разными родами триходермы была изучена эффективность препарата Стернифаг СП. В 2021 году осенью после уборки льна препарат вносился в почву для разложения стерневых и корневых остатков, которые очень прочные и сложно разлагаются.

Технологические требования к внесению препарат:

- норма расхода препарата не более 80 г/л;
- применение или внесение препарата вечером, ночью, в исключительных случаях днем, если погода облачная;
- заделка препарата через 3 максимум через 5 часов после внесения боронами;
- для применения препарата желательно выбрать время между осадками для дополнительного источника влаги, поскольку активное разложение соломы происходит при высокой влагообеспеченности;
- недопустимо проявление низких температур, в противном случае гриб примет споровую форму, а в последствие не адаптированный штамм не перенесет условия перезимовки .

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Выделение чистой культуры и выбор питательной среды

Чистой культурой микроорганизмов называют культуру, состоящую из микроорганизмов одного вида. Чистую культуру получают путем посева и культивирования микроскопических грибов.

На рисунках 1, 2 и 3 представлены авторские фотографии чистой культуры колонии и микроскопии *Trichoderma harzianum* препарата стернифаг СП, триходермы гифонекронного комплекса (ГНК) и триходермы, выделенной из почвы ненарушенного сложения.



Рисунок 1 –микроскопия чистой культуры *Trichoderma harzianum* препарата стернифаг СП

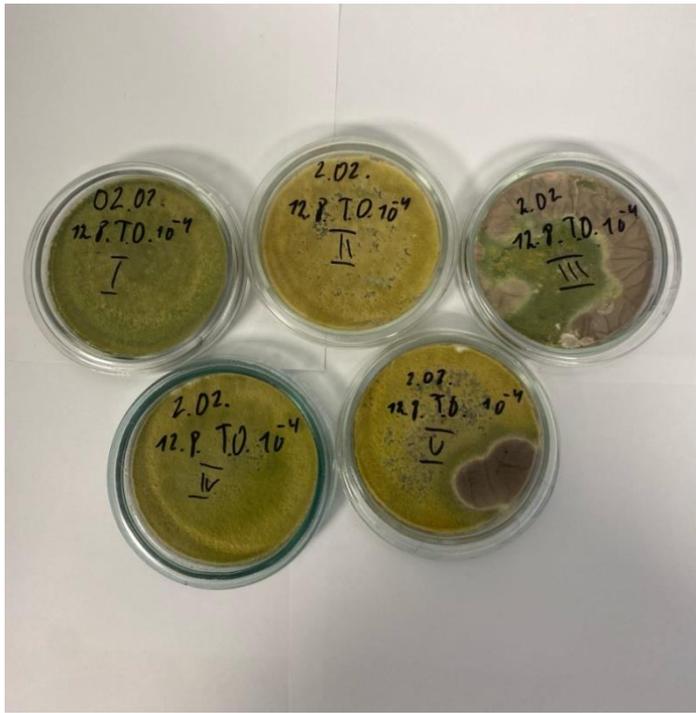


Рисунок 2 – Колония чистой культуры триходермыгифонекронного комплекса, ГНК



Рисунок 3 – Колония чистой культуры триходермы, смытой с трутовика

3.2 Оценка эффективности триходермы

Эффективность чистой культуры *Trichoderma harzianum* препарата стернифаг СП оценивалась на фоне эффективности разновидностей триходермы в качестве стернифага по степени разложения растительных остатков.

Для этого мы заразили увлажненную солому и культивировали при 25 °С, экспозиция в опыте составила 30 дней, после прохождения времени экспозиции термостатно-весовым методом определяли процент разложения (рисунок 4).

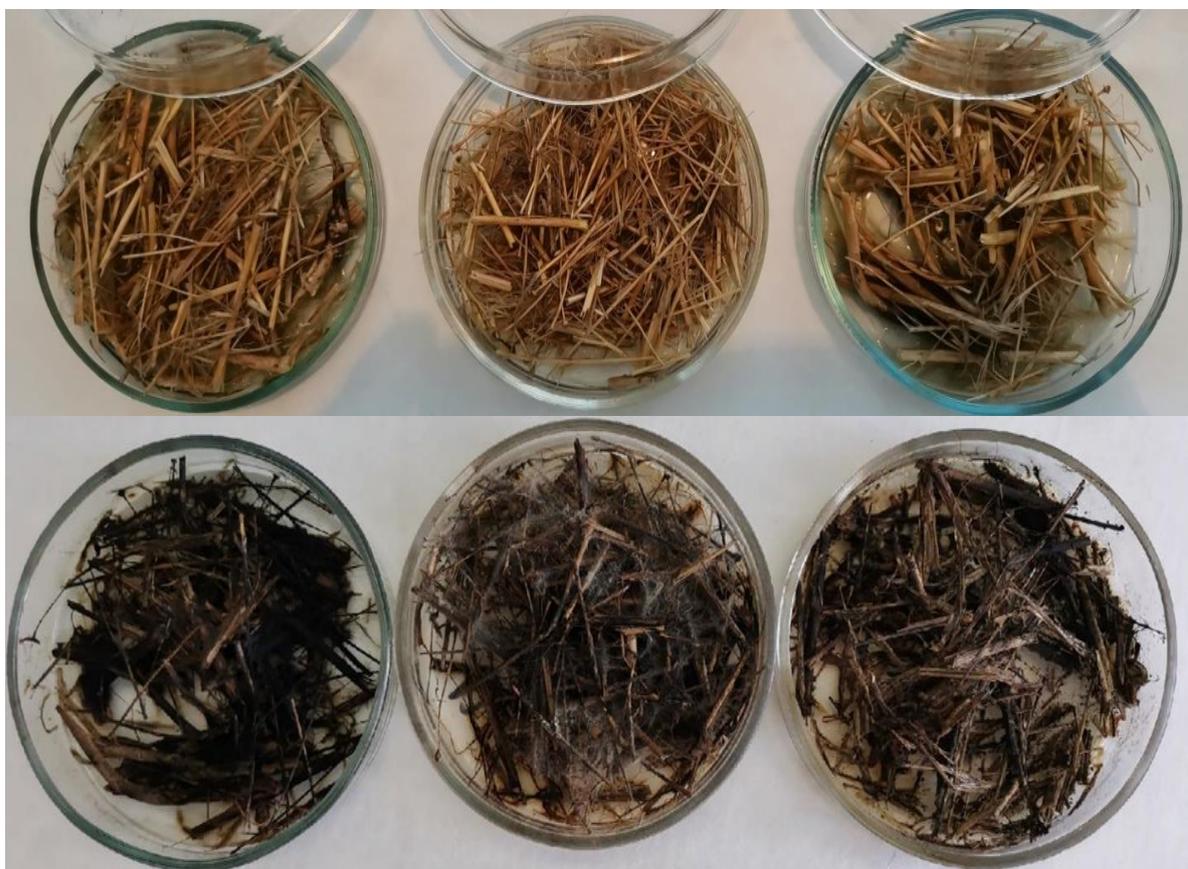


Рисунок 4 – Чашки Петри с соломой до и после воздействия микромицетами рода *Trichoderma* в качестве стернифага

В таблице 1 представлены данные через 30 дней экспозиции, процент разложения по вариантам опыта отличается незначительно, согласно доверительному интервалу.

N п/п	Варианты	Исх. аб.-с. м. соломы, г	Через 30 дней культивирования	
			масса соломы, г	процент разложения
1	<u>Стернифаг СП</u>	3,48	3,39	2,6±0,3
2	<u>Триходерма, выделенная с мыва трутовика</u>	3,48	3,41	2,0±0,2
3	<u>Триходерма ГНК</u>	3,48	3,4	2,3±0,1

Таблица 1 – Эффективность микромицета рода *Trichoderma* в качестве стернифага

Одной из важных задач для нас стало определение холодостойкости выделенных нами чистых линий микромицета Рода триходерма, так как штамм препарата Стернифаг СП в условиях Урала показывал низкие показатели холодостойкости, что приводило к малой длительности его активности. Для определения холодостойкости нами был проделан опыт: Мы поместили Чашки Петри с культурами Триходермы инкубироваться при минус 25 градусах цельсия в течении 2 недель, затем пересеели их в новые Чашки Петри и смотрели результат спустя неделю и 2 недели.

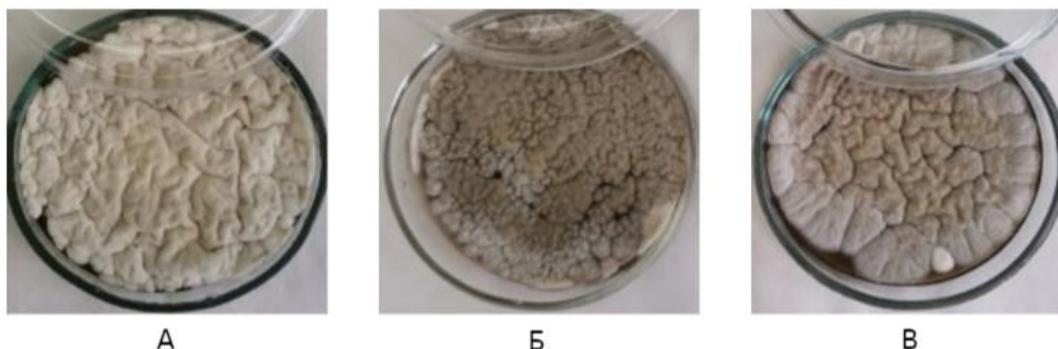


Рисунок 5 – Чашки Петри с пересейянными микромицетами рода Триходерма после инкубирования их при температуре -25°C спустя 7 дней: А – *Trichoderma harzianum* препарат стернифаг СП, Б – триходерма, выделенная из трутовика, В – триходерма, выделенная из гифонекронного комплекса (ГНК). Можно заметить, что весь объем чашки зарос грибом, который не относится к триходерме

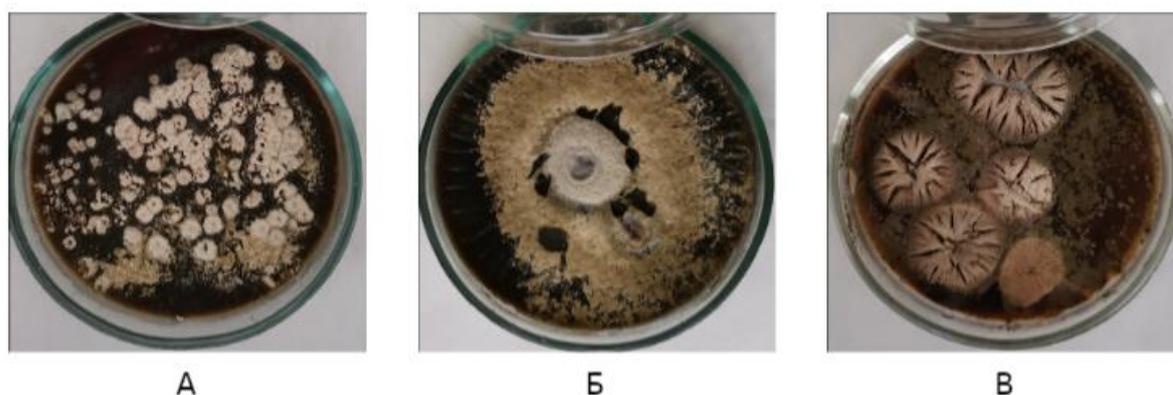


Рисунок 6 – Чашки Петри с пересейянными видами Триходермы после инкубирования при -25°C спустя 14 дней: а – *Trichoderma harzianum* препарат стернифаг СП, б – триходерма, выделенная из трутовика, в – триходерма, выделенная из гифонекронного комплекса (ГНК).

Совершенно другая картина предстала спустя 2 недели культивирования. Спустя еще 7 дней микромицеты рода триходерма все же проявили себя, что можно обосновать как

долгое пробуждение спор и как следствие слабая способность к противостоянию с другими микромицетами. На рисунке видно, что лучше всего себя показал после инкубирования при -25 градусов цельсия Трутовик.

ВЫВОДЫ

1. Выделив чистую культуру микромицета *Trichoderma* была проведена оценка эффективности разложения соломы триходермой препарата Стернифаг СП, триходермы ГНК и смывой с трутовика, результате на основании лабораторных исследований установлено. По эффективности разложения соломы триходерма ГНК близка к варианту Стернифаг СП, в основе которого лежит отселектированный штамм, таким образом на её основе может быть создан новый биопрепарат по разложению стерневых остатков для условий северной лесостепи Зауралья.

2. Изучение холодостойкости чистых линий микромицета рода *Trichoderma* выявило, что после инкубирования при $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ жизнеспособной оказалась линия выделенная с трутовика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Царев, С. В. Аллергия к микромицетам / С. В. Царев // Российский аллергологический журнал. – 2010. – № 1. – С. 5-16. – EDN MVISRX.

2 Смирнова И.П., Каримова Е.В., Шнейдер Ю.А., Некоторые перспективы использования метаболитов рода *trichoderma*/ И. П. Смирнова, Е.В. Каримова, Ю.А. Шнейдер// Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: агрономия и животноводство. –2016. – № 3. –С. 22-29.– EDN WKXKLD.

3 Подойникова П. А.Сезонные особенности *Zea mays* в условиях их взаимодействия с грибами рода *Trichoderma*/П. А. Подойникова // выпускная квалификационная работа бакалавра: 06.03.01 / П. А. Подойникова. — Красноярск : СФУ, 2016.

4 Алимова Ф.К.Промышленное применение грибов рода *Trichoderma* / Ф.К. Алимова // – 2006. – С. 1-208. – EDN QKOVIP.

5 Макарова Т. А., Говор Д. В. Почвенные микромицеты города Сургута / Т. А. Макарова, Д. В. Говор // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – 2020. – С. 264-270. – EDN XGWWII.