Направление: Агропромышленное и биотехнологии

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИКРОМИЦЕТОВ-АНТАГОНИСТОВ В РИЗОСФЕРЕ И РИЗОПЛАНЕ КАРТОФЕЛЯ

Автор: Горшкова Нелли Евгеньевна, 8 класс,
МБОУ г. Мурманска СОШ №18

Научный руководитель: Шадрина Ирина Николаевна, учитель биологии,
МБОУ г. Мурманска СОШ №18

Мурманск

2020

Аннотация: Цель настоящего исследования- изучение антагонистической активности микромицетов ризосферы и ризопланы картофеля, определение их биологической роли. Методы. Для определения состава микробиоты ризосферы и ризопланы картофеля, а также для выявления грибных возбудителей болезней картофеля, в том числе выявления взаимосвязи между корнеобитающими сапротрофными (грибы рода Trichoderma) и патогенными видами грибов и определения биологической роли почвенного сапрофита Trichoderma были применены методы прямых отпечатков почвенных проб, культивирование грибов на питательных средах, микроскопирование, аналитический метод. Было установлено, что сообщества микроорганизмов, обитающих в почве, можно разделить на две группы: фитопатогенные и супрессивные. Фитопатогенная микробиота вызывает болезни и гибель растений, супрессивная же, наоборот, угнетающе действует на патогенные сообщества за счет выделения антибиотических и биологически активных веществ в почву. Среди супрессоров важная роль отводится грибам рода Триходерма (*Trichoderma)*. Триходерма — почвенный гриб, относящийся к классу несовершенных грибов, подавляет развитие других микроорганизмов, в том числе фитопатогенов.

Доказано, что видовые таксоны гриба рода *Trichoderma* (Trichodérma *viride* и Trichodérma *harzianum)* выделяют вещества, стимулирующие рост и развитие растений, повышают их устойчивость к болезням. Сделан вывод о том, что грибы рода Trichoderma могут быть использованы в механизмах биоконтроля фитопатогенов.

Ключевые слова: микромицеты, сапротрофы, супрессоры, алколоиды, микробиота, ризосфера, ризоплана, Trichoderma.

Введение

Растения, в процессе своего развития подвергают существенным изменениям биоту микроскопических грибов почвы, накапливая в сфере корневой системы специфический комплекс микромицетов, играющих заметную роль в корневом питании растений. С другой стороны, зона корней стимулирует развитие и распространение приуроченных к данному растению

сообществ патогенных грибов. Обильно заселяя зону корней, микромицеты создают функциональный слой почвы, где происходят многообразные процессы взаимодействия компонентов сообществ.

Изучение структуры комплексов микомицетов, взаимосвязи между сапротрофными и почвообитающими патогенными грибами корневой сферы растений имеет первостепенное практическое значение для разработки биологических методов борьбы с возбудителями болезней сельскохозяйственных культур, в частности картофеля.

Картофель- ценная продовольственная, кормовая, техническая культура. Данная культура интересна тем, что корневая система картофеля выделяет комплекс активных химических соединений (алколоидов), что сказывается на процессах, происходящих в непосредственно окружающей ее почве, где благодаря именно корневым выделениям формируется специфический комплекс микромицетов.

С этой точки зрения представляет определенный интерес изучение как биоты паразитических микромицетов, так и грибов-антагонистов патогенов корневой системы картофеля.

Выявление характера взаимоотношений между корнеобитающими сапротрофными и патогенными видами грибов могут быть успешно использованы для разработки биологических методов борьбы с возбудителями болезней сельскохозяйственных культур.

Цель работы: изучение антагонистической активности микромицетов ризосферы и ризопланы картофеля, определение их биологической роли.

Задачи исследования: изучить состав микробиоты ризосферы и ризопланы картофеля; выявить грибных возбудителей болезней картофеля; выявить взаимосвязь между корнеобитающими сапротрофными (грибы рода Trichoderma) и патогенными видами грибов; определить биологическую роль почвенного сапрофита Trichoderma.

Гипотеза: Взаимодействие грибов почвенной микробиоты прикорневой зоны картофельных посадок, основанный на эффекте антагонизма, может положительным образом сказаться на защите растений от патогенов, активизировать рост и развитие растений.

В качестве объекта исследования был выбран картофель (Solanum tuberosum). Предметом исследования послужил комплекс микромицетов ризосферы и ризопланы картофеля.

Методы исследования: лабораторные (метод прямых отпечатков почвенных проб, культивирование грибов на питательных средах, метод чистых культур, поверхностный метод культивирования, микроскопирование); аналитический.

Основное содержание

В естественных или искусственных ценозах существ уют группы микромицетов, обитающих в одной экологической нише. Примером таких групп являются патогенные комплексы грибов, паразитирующих на одних и тех же органах растений, что характерно при развитии *смешанных инфекций*, поражающих корневую систему, стебли, листья.

В природных условиях микроорганизмы никогда не существ уют в виде чистых культур, они являются частью экосистемы. Известно, что микробиоценоз почвы, ассоциированной с растениями, зависит от параметров окружающей среды и вида возделываемой культуры.

Корневая система растений заселена полезными, вредными и нейтральными для растений микроорганизмами [1].

При оценке микромицетов, населяющих почву методом посева практически невозможно описать разнообразие всех групп и таксонов грибов. Возможность выбрать модельную группу грибов помогает понять роль каждого из них в сообществе, оценить их влияние на жизнедеятельность растений.

Видовое разнообразие почвенных грибов в сообществе подвержено изменениям под воздействием различных факторов, сопровождающейся сменой доминирующих видов, колебаниями численности различных групп и изменением состава сообщества [1].

Взаимоотношение микробиоты с растениями основаны на обмене метаболитами и на обеспечении физического контакта. Установлено, что особое значение для жизнедеятельности растений имеет микробиота ризосферы- почвы, окружающей корень, и ризопланы, непосредственно прилегающей к поверхности корней. Размеры данных зон зависят от вида растения, типа почвы и других факторов [1].

Микосообщество ризосферы и ризопланы растений в большой степени сходно с микробиотой почвы, однако состав грибного спектра прикорневой зоны отличается от почвенной биоты, не связанной с растениями, что обусловлено корневыми выделениями, являющимися питательным

субстратом для микромицетов. Известно, что в почве, где не произрастают растения число микромицетов меньше по сравнению с ризосферной зоной, которая характеризуется разнообразием микроорганизмов.

Установлено, что в ризосфере картофеля часто доминируют патогенные грибы, в то время как в ризоплане, непосредственно прилегающей к поверхности корней, преобладают грибы-сапрофиты. Ризосфера является более колонизированной нишей, чем ризоплана.

Таксономический спектр микромицетов почвы, окружающей корни картофеля, разнообразен, и включает большое количество грибов разных родов. Грибы почвы участвуют во всех формах взаимоотношений с растениями: могут являться возбудителями заболеваний, способствовать устойчивому росту и развитию растения, защищать растение от фитопатогенов [2].

Грибы разделяют на облигатных паразитов (способных жить только на растении, питаясь его соками), факультативных паразитов (живущих на мертвом органическом субстрате, но способных и паразитировать на растениях), сапрострофов, питающихся только мертвой органикой, и симбиотрофов, образующих на корнях растений микоризу. Царство грибов включает представителей нескольких независимо эволюционирующих групп (отделов). Во всех отделах царства грибов встречаются представители, поражающие картофель (грибы родов Alternaria, Cladosporium, Verticillium, Fusarium, Phoma, Fusarium, Alternaria, Rhisoctonia и др [3].С другой стороны, в прикорневой зоне растений часто можно обнаружить грибы, обладающие регуляторной активностью в отношении организмов из разных таксонов как в природной среде, так и при их интродукции в агросистемы, а также выявление среди них продуцентов, способных синтезировать те или иные биологически активные вещества. В равной мере это относится и к представителям рода Trichoderma, которые, входя гетеротрофный блок микроорганизмов, влияют на почвообразовательные процессы, улучшая структуру почвы, участвуя в образовании гумуса за счет минерализации растительных остатков и регуляции комплекса микробиоты почв, ограничивая развитие фитопатогенных видов [4].

Высшие растения находятся в непосредственном взаимооотношении с

микрофлорой ризосферы, состав которой специфичен для различных растений. Устойчивость растений к заболеваниям, вызываемыми почвенными фитопатогенами, во многом определяется результатами взаимодействия между корневой системой растений и ризосферными микроорганизмами. Активная секреция клетками корня различных веществ обеспечивает питательными субстратами микроорганизмы, образующие с ними прочные ассоциации. В связи с этим в ризосфере и ризоплане в значительных количествах концентрируются бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли и нематоды, существенно превышая количество этих организмов в обычной почве.

Фитопатогенные микроорганизмы синтезируют фитотоксины, способные подавлять или задерживать рост растений, а иногда и вовсе привести к гибели.

Однако помимо патогенной микрофлоры растения находятся в ассоциациях с полезными микроорганизмами, за счет которых они обеспечиваются элементами минерального питания, защитой от патогенов; в настоящее время известно о роли почвенных микроорганизмов-антагонистов в регуляции роста и развития растений.

Ведущее положение в регуляции комплекса фитопатогенов принадлежит грибам рода Trichodérma, обладающие высокой антагонистической и гиперпаразитарной активностью. Микромицеты рода Trichodérma, искусственно внесенные в почву, вступают в сложные взаимоотношения с естественной микрофлорой, эти взаимоотношения имеют строго индивидуальный характер в зависимости от свойств представителей и обусловлены условиями среды [5].

Грибы рода Trichodérma обладают развитой системой ферментативного аппарата, благодаря которому обеспечивается их высокая приживаемость и конкурентоспособность [6].

Trichoderma является продуцентом комплекса антибиотических веществ, обладающих высокой физиологической активностью и подавляющих рост целого ряда фитопатогенных грибов и бактерий, что и позволяет им достаточно быстро вытеснять из грунтов или субстратов патогенную

микрофлору. Активная основа гриба Trichodérma – жизнеспособные конидии – при благоприятных условиях прорастают в мицелий, который паразитирует на фитопатогенных микромицетах, а также подавляет их за счет выделения антибиотикоподобных веществ.

Почвенный гриб-супрессор рода Trichoderma, которого считают ответственными за биологический контроль плотности популяций фитопатогенных микромицетов, способен оплетать мицелием гифы патогенов, нарушая при этом их клеточное строение и обмен веществ, т.е. проявляет прямое паразитирование.

В почве, в которой сконцентрировано огромное количество патогенной микрофлоры и отсутствуют естественные санитары, даже полностью освобожденный от семенной инфекции посадочный материал заражается и заболевает. Чаще всего в данных случаях поражается корневая система (фузариозная, питиозная, гельминтоспориозная и пр. корневые гнили) содержащимися в почвообразующем слое возбудителями различных болезней сельскохозяйственных культур. Через корневую систему они проникают в растение, губят его или заражают самое главное – репродуктивные органы.

Поэтому присутствие грибов рода Trichoderma в почве позитивным образом сказывается на развитии растений и определяет их важность применения в сельском хозяйстве, а также способствует пониманию роли этих грибов в природных и искусственных экосистемах.

Грибы рода Trichoderma, выделенные из почвы, впервые были описаны в 1794 году как микроорганизмы, активно разлагающие органическое вещество. В настоящее время они имеют важное хозяйственное значение в связи с широким использованием многих видов для получения ферментов, биологически активных веществ и препаратов для защиты растений.

Грибы рода Trichoderma широко распространены в природе и играют ключевую роль в сообществе микроорганизмов. Микромицет обладает высокой скоростью роста, неприхотлив и легко культивируется как в лабораторных условиях, так и на производстве. Имея высокий антагонистический потенциал, он широко используется для создания и

разработки антибиотических препаратов по всему миру. Trichoderma lignorum, Trichoderma harzianum, Trichoderma hamatum, которые способны подавлять более 60 видов фитопатогенов (Fusarium, Phoma, Botrytis и др.) на овощных, цветочно-декоративных, зерновых и зернобобовых культурах), имеют наибольшее биологическое и коммерческое значение [7].

В сельском хозяйстве практикуется использование определенных разновидностей этих грибов для борьбы с различными фитопатогенами культур как открытого, так и закрытого грунта. Действующим началом препаратов на основании гриба-антагониста являются его споры, мицелий и продукты метаболизма.

В последние годы штаммы Trichoderma идентифицируются как эндофитные симбионты растений. Правильно выбранные штаммы, колонизируя корни, устанавливают взаимодействие с растением на химическом уровне. Trichoderma образовав колонии в корневой системе растения стимулирует ее рост и укрепление в целом. Не маловажным является факт защиты растения-хозяина от токсичных химических веществ, к которых гриб имеет природную устойчивость [7].

Trichoderma обладают признаками антибиоза и гиперпаразитизма и являются условными симбиотами растений. Вторичные метаболиты, продуцируемые этим родом грибов (от ферментов до антибиотиков) определяют их место в экологии и сельском хозяйстве. Trichoderma синтезируют свыше 180 метаболитов, включающие различные классы химических соединений, в том числе и биологически-активные вещества, представляющие интерес для фармакологической промышленности.

Изучить биологическую активность микромицетов возможно не только в естественных, но и в лабораторных условиях. В связи с этим, для определения комплекса грибов в образцах почвы прикорневой зоны картофельных посадок была предпринята попытка проращивания клубней картофеля; использовался биогрунт для выращивания овощных культур. Отобраны клубни картофеля, визуально здоровые, с частичками почвенного грунта на поверхности.

В контейнеры, обозначенные №1 и №2, помещали по 6 пророщенных

клубней картофеля. Спустя 2 недели, после того, как на поверхности появились ростки, брали пробы почвенного грунта (*зона ризосферы*) на определение комплекса микромицетов. Использовался метод прямых отпечатков почвенной пробы: края стерильных пробирок увлажняли агаризированной питательной средой путем соприкосновения с ее поверхностью. Затем увлажненный край пробирки прижимали к подсушенному почвенному образцу и этим же краем делали последовательные отпечатки на поверхности питательной среды в чашках Петри, которые затем помещали в темное, теплое место для инкубации (Рис.1).

Рис. 1 Пробы почвенного грунта ризосферы

При микроскопировании было обнаружено, что в образцах почвы контейнера №2 комплекс микромицетов был разнообразнее. Используя определитель [8], удалось выявить родовую таксономию следующих грибов: *Alternaria, Fusarium, Verticillium, Cladosporium, Pythium, Rhizoctonia.* В образцах почвы контейнера № 1: *Fusarium, Cladosporium, Rhizopus, Rhizoctonia.*

Идентификация фитопатогенных грибов по культурально-морфологическим признакам базировалась на визуальной и микроскопической оценке морфологии колоний, различных структур гриба и использовании определителей (Рис. 2).

а б

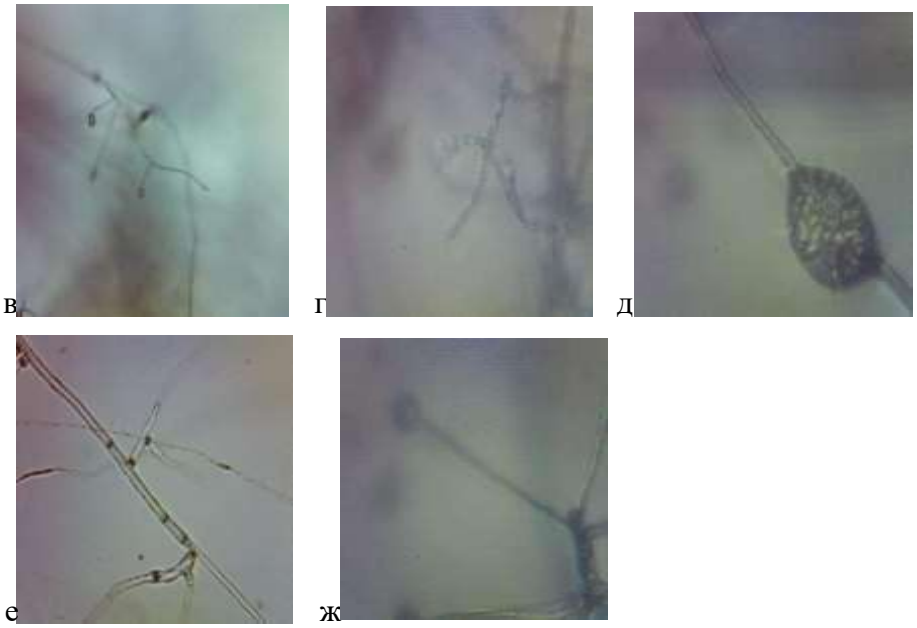


Рис.2 Микрофотографии: *а- Alternaria (*200), споры; б- Fusarium(*400), в- Verticillium (*200), г- Cladosporium (*400), д- Pythium (*400), е- Rhizoctonia(*400), ж- Rhizopus (*400).*

Впоследствии, в ходе наблюдения за ростками картофеля, обнаружилась высокая патогенная нагрузка на растения в контейнере №2: ростки начинали увядать, на листьях появились бурые пятна, местами белый налет, верхушки стеблей высыхали, зона стебля близ корня утончалась; большинство ростков погибали. На клубнях картофеля фиксировался гнилостный процесс. В контейнере № 1 ростки картофеля выглядели здоровыми, имели насыщенный зеленый цвет (Рис. 3).

Рис. 3 Рассада картофеля (а-контейнер №1, б- №2)

Для выяснения причин различной патогенной нагрузки на ростки картофеля, была предпринята попытка выделения не только грибов ризосферы, но и ризопланы. В этой связи отбирались образцы отрезков корневых зон с частичками почвы из двух экспериментальных контейнеров. Отрезки корней помещались на питательную среду в чашки Петри для культивирования мицелиальной пленки грибов и определения комплекса микромицетов (Рис. 4).

Рис. 4 Отбор отрезков корневой зоны с двух экспериментальных образцов картофеля

Спустя 5 дней в чашке №1 наблюдался хорошо выраженный белый, воздушный мицелий на образцах, а также заметны немногочисленные зеленые скопления гриба рода *Trichoderma*. По прошествии еще 3 дней заметно достаточное разрастание колоний гриба Trichoderma, заметно появление зоны мицелия бледно-желтого цвета. В чашке №2 заметен белый воздушный мицелий и небольшая зона мицелия темного цвета.

При микроскопировании мицелиальной пленки в чашках Петри удалось определить следующие роды грибов: №1- *Rhizoctonia, Fusarium, Trichoderma*; №2- *Rhizoctonia, Verticillium, Pythium, Fusarium, Alternaria, Trichoderma* (Рис. 5).

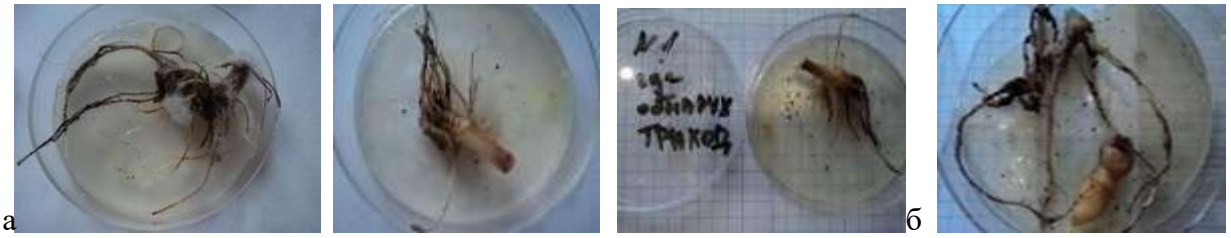
а  б

Рис.5: а-отрезки корня контейнер №1; б-отрезки корня контейнер №2

Из полученных данных видно, что в обоих случаях ризоплана картофеля выделяет гриб рода *Trichoderma.* Но, в контейнере №2 на ростках картофеля проявились признаки заболеваний, большая часть ростков погибла. Вероятно, данная почва была заселена возбудителями выше порога вредоносности, а большое разнообразие паразитических грибов и высокая патогенная нагрузка не дала возможность Trichoderma подавить комплексный негативный эффект, что и отразилось на заболевании растений.

При использовании метода чистых культур (культивирование *Trichoderma* на питательной среде), были определены видовые таксоны гриба рода *Trichoderma* : Trichodérma *viride* и Trichodérma *harzianum (Рис.6).*

Рис.6 Видовые таксоны гриба рода *Trichoderma*:

а-культура *Trichoderma; б- Trichodérma harzianum, в- Trichodérma viride*

Видимые невооруженным глазом темно-зеленые колонии гриба Trichoderma, обнаруженные в образцах почвы, стерильной лабораторной петлей переносились на питательную среду в чашки Петри, после чего помещались в теплое место для дальнейшего проращивания, получения воздушного мицелия, содержащего конидии и споры. Для более активного образования конидий режим темновой и световой стадий чередовался каждые 12 часов, а также осуществлялась кратковременная аэрация. Культивирование вели до того момента, пока область спорообразования не покроет всю поверхность чашки.

Чистую культуру выращивали 15 дней; мицелий снимали и помещали в пробирку для хранения. Хранение культуры проходило в холодильнике при температуре +4 градуса по Цельсию. Культивация проводилась с целью более детального изучения антагонистических свойств Trichoderma по отношению к патогенным грибам [9].

В дальнейшем часть мицелия патогенного комплекса грибов лабораторной стерильной петлей была отобрана и помещена в чашки Петри на агаризированную среду. В данную среду подсаживались колонии гриба Trichodérma.

Чашки оставляли при комнатной температуре для проращивания мицелия грибов с целью дальнейшего наблюдения явления антагонизма, выяснения конкурентной способности штаммов Trichodérma в отношении патогенов. Мицелий проращивали в течение 10 дней, далее микроскопировали для регистрации данных.

Микроскопическое наблюдение выявило заметное скручивание Trichodérma вокруг гиф *Fusarium и Rhizoctonia* в культуральной чашке (Рис.7)

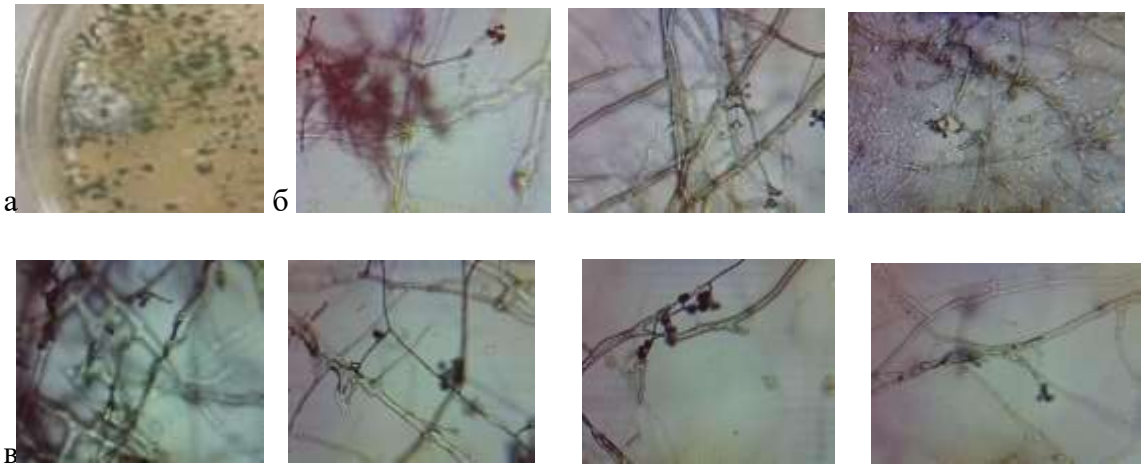


Рис. 7 Антагонизм *Trichodérma* в отношении патогенных грибов: *а-культура Trichodérma и патогенных грибов; б - Trichodérma –Fusarium; в- Trichodérma- Rhizoctonia*

В результате, удалось доказать активность Trichodérma в отношении патогенных грибов рода Fusarium и Rhizoctonia, увидеть явление паразитизма гриба-супрессора. Наблюдения показали, что рост патогенных грибов от присутствия в питательной среде Trichodérma угнетается, а мицелий гриба, оплетая своими гифами конкурентов, активно паразитирует на них, проявляя высокую антагонистическую активность.

При дальнейшем наблюдении за ростками картофеля в контейнерах №1 и №2 был отмечен следующий факт: в контейнере №2, где наблюдалась значительная патогенная нагрузка на растения, оставшиеся ростки полностью погибли, в контейнере №1- на ростках с некоторым запозданием начали проявляться признаки болезней (увядание, пятна на листьях, высыхание верхушек побегов, перфорация на стеблях).

Следовательно, концентрация грибов рода Trichodérma в контейнере №1 сдерживала проявление заболевания проростков картофеля в лабораторных условиях и способствовала снижению пораженности растений при меньшей патогенной нагрузке с одновременным снижением интенсивности проявления болезни в сравнении с контейнером №2.

Для защиты проростков картофеля от болезней была предпринята попытка внесения дополнительной порции грибов рода *Trichodérma* в область прикорневой зоны (Рис.8).

Рис. 8 Дополнительное внесение колоний грибов Trichodérma в грунт контрольного образца

В результате, спустя несколько дней у ростков отмечается более здоровый вид, патогенная нагрузка заметно снижается, появляются новые ростки, растения стремительно двигаются в рост (Рис.9).

а **б** **в**

Рис. 9 Растения картофеля после дополнительного внесения в почву Trichodérma**:**

а- стадия развития болезни; б-спустя 5 дней; в-ростки спустя 10 дней.

Для определения влияния биопрепаратов на основе грибов рода Trichoderma на биогенные процессы в почве, был проведен эксперимент по интродукции активных штаммов в зону ризосферы картофеля *в сравнении с контрольным образцом*. С этой целью был приготовлен микробиологический препарат (суспензия), содержащий мицелий и споры почвенного гриба-супрессора рода Trichoderma.

Сравнительному анализу подвергались ростки картофеля, в ризосферу которых вносили микробиологический препарат различной дозировки, и ростки, где его внесение не проводилось (контроль). Приготовленный биопрепарат вносили поливом суспензии гриба в область прикорневой зоны растений. В основе суспензии – конидии со спорами штаммов Trichodérma *harzianum, Trichodérma viride,* обладающие широким спектром антагонистической активности.

Применяли поверхностный метод культивирования Trichodérma. При культивировании данным методом грибы выращивают на поверхности плотной, сыпучей среды. Использовалась стерильная натуральная питательная

среда-перловая крупа, имеющая в своем составе источник углерода и азота. На влажную среду высаживались колонии грибов Trichodérma, культивирование проходило в течение 15 дней для получения максимального количества конидий (Рис. 10).

Рис.10 Культивирование Trichodérma поверхностным методом

По истечение времени среда с Trichodérma помещалась в емкость и заливалась стерилизованной водой; периодически взбалтывалась для отторжения мицелия и конидий гриба от поверхности среды. Полученная жидкость процеживалась через многослойный стерильный бинт. Полученная суспензия исследовалась под микроскопом с целью обнаружения спор гриба. Впоследствии суспензия разводилась стерилизованной водой в пропорции 1:1 (Рис. 11).

Рис. 11 Суспензия гриба Trichodérma, содержащая споры и части мицелия

Производили посадку заранее пророщенных клубней картофеля в 3 контейнера: №1- контроль, №2-дозирование суспензии Trichodérma -15 мл, №3- дозирование суспензии Trichodérma -30 мл. Полив приготовленной суспензией осуществляли сразу после посадки пророщенных клубней в почву, на протяжении 21 дня, 1 раз в неделю. Полив растений водой в дальнейшем проходил в равных пропорциях для соблюдения чистоты эксперимента.

В результате проведенных исследований, спустя 21 день, были получены следующие результаты: контрольный образец, куда не вносилась суспензия, отставал в росте по сравнению с экспериментальными образцами. В свою очередь, при двойной дозе внесения Trichodérma, активизация роста растений была наиболее выражена (Рис. 12).

Рис. 12 Результаты эксперимента: *а- контроль+ доза внесения Т. (1); б-контроль +доза внесения Т. (2); в- сравнение ростков картофеля при дозе внесения Т. (1) и (2).*

Тем самым, можно отметить целесообразность использования грибов рода Trichoderma для биологического контроля фитопатогенов в ризосфере растений при выборе оптимального количества вносимых спор гриба, и участие данных грибов в активизации ростовых процессов у растений.

По завершении опыта из почвенного грунта контрольного образца и образцов Т(1) и Т (2) были изъяты по одному ростку картофеля с целью обнаружения концентрации гриба *Trichodérma* на участке прикорневой зоны. Через 5 дней в чашках Петри, где находились образцы Т (1) и Т(2) началось выделение зеленых колоний гриба Trichodérma, в контрольном же образце за данное время гриб-антагонист не был обнаружен (Рис. 13).

Рис. 13 Выделение гриба Trichoderma на опытных образцах

Заключение

Почва как среда обитания имеет огромное значение для микроорганизмов, растений и животных. Сообщества микроорганизмов, обитающих в почве, условно, можно разделить на две группы: фитопатогенные и супрессивные.

Фитопатогенная микобиота наносит значительный ущерб

сельскохозяйственным посевам, который выражается в болезни и гибели растений и, в итоге, в недоборе урожая. Супрессивная же, наоборот, угнетающе действует на патогенные сообщества за счет выделения антибиотических и биологически активных веществ в почву. То есть они являются естественными санитарами почвообразующего слоя.

Важная роль в подавлении развития фитопатогенов отводится грибам-антагонистам. Среди их представителей внимание исследователей привлекают грибы рода Триходерма (*Trichoderma)*. Триходерма — почвенный гриб, относящийся к классу несовершенных грибов, подавляет развитие других микроорганизмов, в том числе фитопатогенов, путем:

— прямого паразитирования (оплетает мицелием гифы патогенов, нарушая при этом их клеточное строение и обмен веществ; использует чужие грибницы, как питательную среду, уничтожая их),

— конкуренции за субстрат (почву),

— выделения ферментов, антибиотиков и других биологически активных веществ.

Из литературных источников известно, что гриб продуцирует ряд антибиотиков, которые угнетают многие виды возбудителей заболеваний растений и повышают их устойчивость к болезням. Гриб также обогащает почву подвижными питательными веществами. Выделяемые вещества стимулируют рост и развитие растений, повышают их устойчивость к болезням.

Штаммы *Trichoderma* способствуют увеличению размера корневой системы, роста и жизнестойкости растений путем контроля ризосферной микрофлоры и влияя на обмен веществ растения. Ризосферный эффект может проявляться как долговременная колонизация ризосферы, что влияет на количественное улучшение отдельных показателей развития растения. Грибы рода Trichoderma с ризосферным эффектом могут обеспечивать долговременную защиту даже при однократном применении в начале сезона, сохраняются на корнях, способны разрастаться вместе с растущей корневой системой и оставаться жизнеспособными во время всей вегетации культуры.

Таким образом, биологические препараты могут быть более эффективны, чем химические, в защите корней и ускорении роста растений. Микробиологические препараты (микофунгициды), содержащие мицелий и споры почвенного гриба-супрессора рода Trichoderma, способны подавлять возбудителей корневой и почвенной инфекции.

Все вышесказанное свидетельств ует о большой ценности грибов рода Trichoderma как объекта исследования биотехнологии. А выделенные в ходе эксперимента штаммы Trichodérma *harzianum и Trichodérma viride* рекомендуется использовать в виде спорово- мицелиального препарата для биоконтроля картофельных посадок.

Список литературы

1. Хитрова Анастасия Сергеевна. Pseudomonas Pseudoalcaligenes: Биологические свойства, роль в микроценозе ризосферы и ризопланы томата/А.С. Хитрова//Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук (Ульяновск, 2018г). -Ульяновск: «Ульяновский Государственный Университет», 2018г.

2. Коряжкина Мария Федоровна. Особенности взаимодействия bacillus atrophaeus в - 9918 с растениями и фитопатогенными грибами/М.Ф. Коряжкина// Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук (Саратов, 2012г.). - Саратов: ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», 2012г.
3. Б. В. Анисимов, Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков/ Б. В. Анисимов, Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев. - Книга «Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков». - М: Издательский дом Ивана Корытова, 2009.
4. Садыкова Вера Сергеевна. Экология грибов рода Trichoderma (pers: fr.) бассейна реки Енисей, их биологические свойства и практическое использование/В.С.Садыкова// Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук (Москва, 2012г.). - Москва: ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет», 2012г.
5. В.И Билай. Основы структурной микологии/В.И.Билай. Киев: Наук. Думка, 1985г.
6. Г.Ш. Сейкетов. Грибы рода Trichodérma и их использование в практике/Г.Ш. Сейкетов-Алма-Ата: Наука, 1982г.
7. Лушников Алексей Валерьевич. Обоснование использования некоторых растительных и грибных метаболитов в биотехнологии антибиотических препаратов/А.В. Лушников// Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук (Орел, 2019г.). - Орел: «Орловский Государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина», 2019г.
8. М.А. Литвинов Определитель микроскопических почвенных грибов/М.А. Литвинов. Наука. - Ленинград. - 1967г.
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» / Авт.-сост. В.Д. Поликсенова, А.К. Храмцов, С.Г. Пискун. – Мн.: БГУ, 2004.
10. Шарова Марина Борисовна. Морфолого-цитологическое изучение гриба Trichodérma в связи с производством препарата «Триходермин»/ М.Б.

Шарова// Диссертация кандидата биологических наук (Москва, 1983г).- Москва:1983г.

Электронные ресурсы:

11. Паразитизм *Rhizoctoniasolani* штаммами *Trichoderma* spp. Режим доступа: https://vk.cc/azxBTK
12. И. И. Сидорова. Порядок Гифомицеты (Hyphomycetales). Режим доступа: http://plantlife.ru/books/item/f00/s00/z0000026/st067.shtml
13. Е.Н. Москвитина, Л.В. Федорова, Т.А. Мукомолова, В.В. Ширяев. Атлас возбудителей грибковых инфекций. – Москва: «ГЭОТАР-Медиа». - 2017г. Режим доступа: https://medknigaservis.ru/wp-content/uploads/2019/01/NF0005083.pdf