

Повышению коррозионной активности грунтов при изменении температурного режима способствует и значительное затопление верхней части грунтовой толщи, развитое на территории Витебска из-за нарушения естественного режима влагообмена и фильтрации, а также протечки в водопроводных коммуникациях.

Заключение. Таким образом, в ходе исследования установлено, что в Витебске формируется геотермальная аномалия, температуры которой превышают фоновые значения на 3–8 °С и более в зависимости от времени года, причины возникновения которой связаны с техногенной деятельностью человека.

1. Галкин, А.Н. Инженерная геология Беларуси: монография: в 3 ч. Ч. 3: Региональная инженерная геология / А.Н. Галкин, А.В. Матвеев; под науч. ред. В.А. Королева. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 183. URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/13714> (дата обращения: 09.02.2023).

ПЕРСПЕКТИВЫ ГЛУБИННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГРИБА *TRICHODERMA* ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ

*Т.Н. Лицкевич, Т.А. Толкачёва, Д.Д. Жерносеков
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Биотехнологические исследования являются одними из приоритетных для нашего государства. Одно из направлений связано с получением биопрепаратов, в состав которых могут входить мицелий ксилотрофных грибов или культуральная жидкость. Грибы рода *Trichoderma* распространены на территории Республики Беларусь повсеместно, часто симбиотически связаны с корнями растений. Они повышают устойчивость растений к различным видам стрессов, а также усиливают действие регуляторов роста растений.

Применение ксилотрофных грибов рода *Trichoderma* в биотехнологии связано, во-первых, с системой экскретируемых ферментов, обладающих протеолитической, целлюлазной, пектиназной, ксиланазной, антимикробной и противогрибковой активностями и, во-вторых, с выработкой вторичных метаболитов, обладающих антибиотической и антифунгальной активностью [0; 0].

Ферменты триходермальных грибов могут найти применение в пивоварении, хлебопечении, сыроварении. Значительную роль играют ксилотрофные грибы при деструкции загрязняющих веществ, в том числе полимерных, плохо разлагаемых [0].

Цель работы: получить методом глубинного культивирования мицелий гриба рода *Trichoderma* и протестировать его эффекты в сравнении с предлагаемыми коммерческими препаратами.

Материал и методы. Исследования выполнялись на базе лабораторий ПЦР-анализа и структурно-функциональных исследований ВГУ имени П.М. Машерова.

Для получения маточной культуры грибов рода *Trichoderma* была использована общепринятая методика [0]. Дикий штамм триходермы был выделен из почвы окрестностей д. Страковичи Гомельской области (52°56'83.07"N 29°68'49.70"E). Стерильным ножом снимали верхний слой почвы примерно 1,5–2,0 см и стерильным совком насыпали почву в тару для хранения. Стерилизация инструмента проводилась фламбированием. Предпосевная обработка почвы осуществлялась путём просеивания, растирания увлажнённой до пастообразного состояния почвенной навески в фарфоровой ступке пестиком для десорбции спор и мицелия с поверхности почвенных частиц. Навеска 10 г переносилась в 90 см³ дистиллированной воды и перемешивалась в течение 20 минут.

Из полученной почвенной суспензии готовили серию последовательных десятикратных разведений (для высева использовалось второе разведение 10⁻²). В последующем 1 см³ разведённой суспензии высевали на чашки Петри с голодным агаром Чапека-Докса.

В качестве источника углерода использовали стерильные полоски фильтровальной бумаги. Приготовление разведений и высев проводились в ламинарном шкафу II класса микробиологической защиты с соблюдением стерильности. Чашки инкубировали в термостате при 30 °С в течение 7 суток.

Для получения маточной культуры выросшие колонии пересаживали микробиологической петлей на чашки Петри со средой Чапека-Докса и инкубировали в термостате на протяжении 7 дней при 30 °С.

Глубинное культивирование триходермы проводили в 250 см³ колбах (100 см³ среды) при перемешивании (70 об/мин) в климатической камере при 29 °С на среде Чапека-Докса (рН 5,0±0,2) с двумя источниками углерода (2 % по массе) в течение 7 суток. Аэрация происходила за счёт диффузии воздуха через ватно-марлевые пробки. В качестве источников углерода использовали целлюлозу и винассированный жом. Инокуляцию проводили под ламинарным боксом для исключения риска контаминации. Мицелий вводили в стерильные колбы с питательной средой в виде нескольких фрагментов ковра площадью 1 см². По истечению срока культивирования мицелий гриба отделяли от среды. Его использовали для биотестирования на прорастание зерна пшеницы и ржи. Препарат мицелия, полученный при культивировании, сравнивали с коммерческими препаратами триходермы. Пластиковые контейнеры наполняли землей, смешанной с коммерческими препаратами, согласно инструкции по применению (Триходерма Вериде, Profit, Био-микориза, Микориза для рассады) и с выращенным нами мицелием. Зерновки предварительно ничем не протравливали, раскладывали на проращивание и присыпали землей слоем в 0,5 см.

Результаты и их обсуждение. Первым источником целлюлозы при глубинном культивировании ксилотрофного гриба *Trichoderma* являлась нарезанная на небольшие кусочки фильтровальная бумага. Отсутствие крахмала в фильтровальной бумаге заранее проверяли йодной реакцией. Вторым источником – винассированный жом, который является отходом производства Слуцкого сахарорафинадного комбината. Жом остается от корнеплодов в процессе получения сахара. В его составе содержится целлюлоза, пектин, сахар, крахмал, клетчатка, золы, белки, лизин, аминокислоты и витамины, кроме того, фосфор и кальций.

Состав питательных сред оказывает влияние на рост и развитие культуры *триходермы*. Следует отметить, что рост грибов на жидкой питательной среде наблюдался на всех изучаемых источниках углерода. Способность грибов рода *Trichoderma* показывать рост на разных источниках углерода подтверждается рядом авторов [5]. Однако, лучший урожай мицелия был получен нами на среде, содержащей в качестве источника углерода винассированный жом. При этом структура колоний в большинстве случаев имела вид округлых клубочков.

При тестировании полученного мицелия с применением ржи энергия прорастания составила 100 %, в отличие от коммерческих препаратов Profit и Микориза для рассады. Средняя длина листьев проростков ржи при добавлении в почву мицелия, выросшей в лабораторных условиях выше, чем при добавлении препарата Триходерма Вериде в 1,5 раза; препарата Profit в 1,4 раза; препарата Био-микориза в 1,1 раза; препарата Микориза для рассады в 1,6 раз. Энергия прорастания пшеницы 100 % не достигла ни в каких случаях. При этом среднее значение длины листьев проростков пшеницы при добавлении в почву микоризы, выросшей в лабораторных условиях выше, чем при добавлении препарата Триходерма Вериде в 1,7 раз; препарата Profit также в 1,7 раз; препарата Био-микориза в 1,2 раза; препарата Микориза для рассады в 1,7 раз.

Предположительно, выделяемые в процессе жизнедеятельности гриба природные антибиотики способны подавлять вокруг себя рост возбудителей корневой, семенной и почвенной инфекции. Кроме того, *Trichoderma* может вступать в симбиоз с корнями растений, способствуя усилению притока к ним азота, ассимилированного из воздуха (по принципу микоризных грибов).

Заключение. В условиях лабораторий факультета химико-биологических и географических наук получен мицелий ксилотрофного гриба *Trichoderma* и доказана его эффективность для стимуляции роста зерновых культур. Планируется получение препарата, на основе этого гриба, обладающего целлюлазной, антимикробной и противогрибковой активностями, а также стимулирующего рост культурных растений и образование корней при черенковании цветочных и древесно-кустарниковых растений.

1. Жерносеков, Д. Д. Применение ксилотрофных грибов рода *Pleurotus* и *Trichoderma* в современной биотехнологии [Текст] / Д. Д. Жерносеков // Веснік ВДУ. – 2022. – № 3(116). – С. 17-21. URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/33905> (дата обращения: 05.02.2023).
2. Schuster A, Schmoll M. Biology and biotechnology of *Trichoderma*. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2010 Jul;87(3):787-99. doi: 10.1007/s00253-010-2632-1. Epub 2010 May 12. PMID: 20461510; PMCID: PMC2886115.
3. Ellouze M., Sayadi S. White-rot fungi and their enzymes as a biotechnological tool for Xenobiotic bioremediation. In: El-Din M, Saleh H editors. *Management of hazardous wastes*. London, UK. Intech Open Limited; 2016, pp.103-120.
4. Еремеева, С.В. Плесневые грибы. Методы выделения, идентификации, хранения: учебное пособие / С.В. Еремеева. – Астраханский гос. технический ун-т. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2011. – 111 с.
5. Kuzmin, P.N. Xylophilic fungus *Trichoderma atrovirens*: cultivation, extracellular hydrolytic and antimicrobial activity / P.N. Kuzmin, V.V. Sakovich, D.D. Zhernossekov // *Biotechnologia Acta*. – 2021. – Vol. 14, № 3. – P. 46-53.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ КЛЕНА ЯСЕНЕЛИСТНОГО (*ACER NEGUNDO* L.) В ПОЙМЕ РЕКИ УЛЛА

*Л.М. Мерзвинский, Ю.И. Высоцкий, С.Э. Латышев, В.В. Латышева
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Проникновение чужеродных видов на ту или иную территорию несет негативные последствия как экологического, так и социально-экономического и характера. По оценкам Глобальной программы по инвазивным видам (www.gisp.org), инвазии наряду с антропогенным загрязнением среды являются причиной вымирания аборигенных видов и сокращения биологического разнообразия. Мониторинг расселения этих видов, прогноз экспансии и попытка локализации и контроля очагов инвазии являются важной задачей экологической безопасности государства.

Одним из наиболее агрессивных древесных инвазионных видов стал Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.). В настоящее время этот вид очень часто встречается на всей территории республики, и особенно в поймах рек, вблизи населенных пунктов (где его использовали для озеленения), начал входить в состав лесных насаждений и кустарниковых зарослей, широко встречается на зарастающих лугах и вышедших из сельхозоборота землях, а также становится неотъемлемым компонентом рудеральных растительных сообществ, интенсивно расселяется по обочинам железных и шоссежных дорог. Клен ясенелистный внедряется на территории крупных промышленных предприятий, свалках, малонаселённых и вымирающих сельских поселениях, крупных кладбищах и пр. В последние годы Клен ясенелистный широко стал внедряться в прибрежные заросли рек и озёр, вытесняя при этом многие аборигенные виды. Он стал злостным древесным сорняком благодаря очень сильному семенному размножению, а при вырубке не пропадает, а даёт большое количество корневых отпрысков. Для человека это дерево представляет опасность, поскольку его пыльца – довольно сильный аллерген, вызывающий массовые поллинозы в период цветения кленов [1;2].

Актуальность исследований подтверждается тем, что данный вид включён в «Перечень видов, которые оказывают вредное воздействие и (или) представляют угрозу биологическому разнообразию, жизни