

ности к определенному трофическому статусу наблюдается почти одинаковая встречаемость в озерах мезотрофного и эвтрофного типа – выявлены в 67% и 75% от общего числа водоемов соответственно. Встречаемость в водоемах дистрофного типа заметно ниже и составляет всего 33%.

Заключение. Таким образом ассоциация *Potamogeton perfoliatus*, образованная видом *Potamogeton perfoliatus*, характеризуется широкой распространенностью в озерах Белорусского Поозерья, преимущественно встречается в водоемах эвтрофного и мезотрофного типа. Флористический состав ассоциации включает 11 видов, в большинстве случаев структура сообществ одноярусная. Произрастает на глубине до 3 м и прозрачности от 1 до 5,5 м. В зависимости от присутствия субдоминантов было выделено 3 варианта: *typica*, *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*.

1. Сцепановіч, Я.М. Фітаразнастайнасць расліннасці Беларусі / Я.М. Сцепановіч // Ботаника: Исследования. – Мн. – 2006. – Вып. XXXIV. – С. 264–281.
2. Продромус рослинності України / Д. В. Дубина [и др.]; под ред. Д. В. Дубина. – Київ: Навукова думка, 2019. – 784 с.
3. Balevičienė J. Qualitative and quantitative parameters of phytocenoses in Lithuanian lakes of different trophic state / J. Balevičienė, A. Balevičius // ECOLOGIA. Vilnius. – 2006. – Vol. 2. – P. 34–43.
4. Kipryanova, L. Diversity of aquatic vegetation (Lemneta O. de Bolòs et Masclans, Potamogetonetea Klika in Klika et Novák 1941) in the Russian Federation / L. Kipryanova, V. Rosbakh, S. Rosbakh // BIO Web of Conferences. – 2021. – Vol. 38: Northern Asia Plant Diversity: Current Trends in Research and Conservation 2021. Novosibirsk, Russia, Sept. 6-12, 2021; Eds.: V. V. Chepinoga and K.P. Ma. – Art. 00057.
5. Голуб, В.Б. Использование геоботанических описаний в качестве коллекции образцов для классификации растительности / В.Б. Голуб // Растительность России. СПб. – 2011. – №17–18. – С. 70–83.
6. Braun-Blanquet J. Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätians (III) / J Braun-Blanquet // Vegetatio. – 1949. – № 1 (fasc. 4–5). – S. 283–316.
7. Бобров, А.А. Описание растительных сообществ в водоемах и водотоках и подходы к их классификации методом Браун-Бланке / А.А. Бобров, Е.В. Чемерис // Гидробиотика: Методология и методы: Материалы Школы по гидробиотике. Рыбинск, 2003. С. 105–117.
8. Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. / под общ. ред. В.И. Парфенова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск: Беларус. навука – Т. 2. Liliopsida (Acoraceae, Alismataceae, Araceae, Butomaceae, Commelinaceae, Hydrocharitaceae, Juncaginaceae, Lemnaceae, Najadaceae, Poaceae, Potamogetonaceae, Scheuchzeriaceae, Sparganiaceae, Typhaceae, Zannichelliaceae) / Д. И. Третьяков [и др.]. – 2013. – 447 с.
9. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.] – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.: ил.
10. Характеристика ассоциации *Potamogetonetea lucentis* Hueck 1931 в условиях Белорусского Поозерья / С.Э. Латышев, Л.М. Мерзвинский, Ю.И. Высоцкий [и др.] // Наука – образованию, производству, экономике [Электронный ресурс]: материалы 76-й Региональной научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 1 марта 2024 г. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – С. 84–85. – Библиогр.: с. 85 (9 назв.). <https://rep.vsu.by/handle/123456789/42239>.

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО И ГЛУБИННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

А.В. Лукомский, Е.Е. Павлова, Д.О. Блинова
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

Ксилотрофные грибы, такие как *Trametes versicolor*, *Pleurotus ostreatus* и представители грибов рода *Trichoderma* играют ключевую роль в биотехнологии благодаря их способности разлагать лигноцеллюлозные материалы. Эти грибы активно используются в производстве ферментных препаратов, биотоплива и для переработки органических отходов. Однако, эффективность их применения в промышленности напрямую зависит от условий культивирования, включая состав питательной среды и тип субстрата. Изучение влияния этих факторов на рост и метаболическую активность ксилотрофных грибов является важной задачей для разработки оптимальных технологий их использования.

Одной из перспективных задач является создание экономически эффективных питательных сред, которые обеспечивают максимальный прирост биомассы и высокую

ферментативную активность. Использование доступных отходов сельского хозяйства, таких как винассированный жом, позволяет не только снизить себестоимость процесса, но и решить экологические проблемы, связанные с утилизацией отходов.

Актуальность данной работы заключается в необходимости разработки оптимальных условий культивирования промышленных штаммов ксилотрофных грибов, что открывает возможности для улучшения технологий переработки древесины и создания экологически безопасных материалов.

Цель исследования: изучить влияние состава питательных сред и типов субстратов на рост и метаболическую активность промышленных штаммов ксилотрофных грибов; разработать эффективные условия культивирования промышленных штаммов ксилотрофных грибов для биотехнологического применения.

Материал и методы. Для анализа роста ксилотрофных грибов в ходе данного исследования использовались четыре основных питательных среды: базовая среда Мурасиге-Скуга, картофельно-сахарозная среда, сусло-агаровая среда и среда Чапека-Докса с добавлением лигноцеллюлозных субстратов, таких как винассированный жом. Эти среды использовались для культивирования штаммов *Trametes versicolor*, *Pleurotus ostreatus*, и представителей грибов рода *Trichoderma*. Результаты были оценены визуально по приросту биомассы и ферментативной активности.

Результаты и их обсуждение.

Опыт 1: Базовая среда Мурасиге-Скуга

Базовая среда, содержащая глюкозу ($C_6H_{12}O_6$) в качестве основного источника углерода и нитрат аммония (NH_4NO_3) как источник азота, продемонстрировала высокую эффективность в стимулировании роста штамма *Pleurotus ostreatus* [6]. Наблюдался активный рост биомассы, максимальный прирост которого был зафиксирован через 96 часов после инокуляции. Эта среда обеспечила также высокий уровень активности молокосвертывающего фермента, что делает её подходящей для выращивания грибов, предназначенных для производства ферментных препаратов. Штамм рода *Trichoderma*, выделенный из почвы Витебского региона также показал стабильный рост и активность целлюлолитических ферментов.

Опыт 2: Картофельно-сахарозная и сусло-агаровая среда

На основе данных, представленных в работе [4] можно сделать вывод, что при поверхностном культивировании *Pleurotus ostreatus* сусло-агаровая среда стимулировала более быстрый рост по сравнению с картофельно-сахарозной средой. Средняя скорость радиального роста мицелия *Pleurotus ostreatus* на сусло-агаровой среде составила 4,9 мм/сут, в то время как на картофельно-сахарозной среде – 4,4 мм/сут [1; 5].

Опыт 3: Среда с лигноцеллюлозными субстратами (винассированный жом)

Поверхностное культивирование грибов рода *Trichoderma* традиционно проводят на среде Чапека-Докса [3]. Для глубинного культивирования этих грибов как правило используют среду Чапека-Докса с сахарозой в качестве источника углерода. В нашем исследовании мы заменили сахарозу винассированным жомом. Винассированный жом, представляющий собой обессахаренную свекловичную стружку, обогащенную побочным продуктом дрожжевого производства, оказался отличным источником углерода для глубинного культивирования грибов рода *Trichoderma* [7]. Добавление жома в среду Чапека-Докса стимулировало активный рост и увеличение биомассы, а также достаточную активность целлюлаз на пятые сутки культивирования [8].

Использование среды Чапека-Докса с винассированным жомом оказалось эффективным и в случае глубинного культивирования *Trametes versicolor* [2]. Рост мицелия на среде Чапека-Докса с винассированным жомом коррелировал с данными, полученными по выращиванию мицелия *Trametes versicolor* ВП-1-12 на сусло-агаровой среде, которая считается наилучшей для глубинного культивирования ряда ксилотрофных грибов [4].

Заключение. Проведенное сравнение показало, что разные виды ксилотрофных грибов демонстрируют предпочтение к различным питательным средам в зависимости от их биологических особенностей и потребностей в углероде и азоте. Например, грибы рода *Trichoderma* лучше всего реагировали на базовую среду Мурасиге-Скуга, тогда как *Pleurotus ostreatus* проявил себя лучше на сусло-агаровой и картофельно-сахарозной среде. Наиболее впечатляющие результаты были получены при использовании винассированного жома в среде Чапека-Докса для грибов рода *Trichoderma*, что подчеркивает значимость выбора сложных источников углерода для обеспечения оптимального роста и активности ферментов.

Введение в состав среды таких компонентов, как винассированный жом, позволяет эффективно использовать промышленные отходы и способствует созданию экономически выгодных решений для биотехнологического производства. В перспективе использование подобных субстратов может стать важной частью развития устойчивых биотехнологий, ориентированных на переработку отходов и получение ферментных препаратов.

1. Вашневская, А.В. Подбор условий поверхностного культивирования промышленного штамма *Pleurotus ostreatus* / А.В. Вашневская, Е.Е. Павлова, П.А. Суворова // Молодость. Интеллект. Инициатива: мат. XII Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 26 апреля 2024 / Витебский Государственный Университет им. П.М. Машерова; редкол.: Е.Я. Аршанский (отв. ред.) [и др.]. – Витебск, ВГУ им. П.М. Машерова, 2024. – С. 78–80. <https://rep.vsu.by/handle/123456789/43214>.

2. Вашневская, А.В. Глубинное культивирование ксилотрофных грибов, отобранных в Гомельской области с целью получения ферментных препаратов для промышленного использования / А.В. Вашневская, А.В. Лукомский, П.А. Суворова // Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «XVIII Машеровские чтения», Витебск, 2024. – С. 71–73. <https://rep.vsu.by/handle/123456789/44700>.

3. Жерносеков, Д.Д. Поиск оптимальных условий культивирования ксилотрофных грибов (вешенки обыкновенной и триходермы) и их антибактериальная активность / Д.Д. Жерносеков, П.Н. Кузьмин // Наука – образованию, производству, экономике: Материалы 74-й Региональной научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 18 февраля 2022. Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2022. – С. 60–62. <https://rep.vsu.by/handle/123456789/31576>.

4. Зарипова, Г.Ф. Биологические особенности местных изолятов траметоидных и трутовиков и некоторые аспекты их культивирования / Г.Ф. Зарипова, А.А. Широких, И.Г. Широких // Популяционная экология. – 2015. – № 4. – С. 94–101.

5. Литенкова А., Питательные среды и субстраты для культивирования первичного гаплоидного мицелия вешенки обыкновенной / Лицкевич Т., Павлова Е.; науч. рук. А.В. Лукомский // От идеи к инновации: Материалы XXX Международной студенческой конференции. – Мозырь: 2023. – С. 149–150.

6. Лукомский, А.В. Среда Мурасиге-Скуга для микрклонального размножения растений и поверхностного культивирования ксилотрофных грибов / А.В. Лукомский, Т.Н. Лицкевич, Д.Д. Жерносеков // Наука – образованию, производству, экономике [Электронный ресурс]: материалы 76-й Региональной науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотр. и аспирантов, Витебск, 1 марта 2024 г. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – С. 88–90. <https://rep.vsu.by/handle/123456789/42250>.

7. Соловьева Л.М., Ефимов А.А. Использование винассированного жома в качестве питательной среды для грибов // Биотехнологические процессы. – 2019. – Т. 11, № 5. – С. 220–227.

8. Филипчик, А.Д. Использование грибов рода *Trichoderma* для защиты сельскохозяйственных и декоративных растений / А.Д. Филипчик, Н.А. Новицкий, Д.О. Блинова; науч. рук. Д.Д. Жерносеков // Молодость. Интеллект. Инициатива: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 26 апреля 2024 года: в 2 т. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – Т. 1. – С. 135–136. <https://rep.vsu.by/handle/123456789/43246>.

ГОРОД ДИСНА КАК ПЕРВИЧНЫЙ ЦЕНТР ИНВАЗИИ КЛЕНА ЯСЕНЕЛИСТНОГО (*ACER NEGUNDO* L.) И РОБИНИИ ЛОЖНОАКАЦИИ (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) В МИОРСКОМ РАЙОНЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Экспансия агрессивных чужеродных видов, представляющих опасность для биоразнообразия экосистем, наносящих экономический и экологический ущерб и вред здоровью человека, приобретает угрожающий масштаб. Инвазивные виды обладают высокой экологической пластичностью и способны быстро внедряться в нарушенные экосистемы. Нарушенные экосистемы из-за низкого видового разнообразия и значительного количества свободных ниш являются наиболее уязвимыми и нестабильными. Внедрение агрессивных инвазивных видов в естественные фитоценозы в качестве доминантных