

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет»
Институт фундаментальной медицины и биологии
Кафедра микробиологии

Направление подготовки (специальность): 06.04.01 – Биология
Профиль (магистерская программа): Микробиология и вирусология

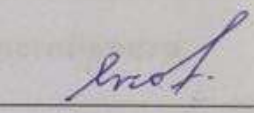
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ БИОПОВРЕЖДЕНИЙ ПОЛИМЕРНЫХ
МАТЕРИАЛОВ

Обучающийся 2 курса
группы 01-240-2



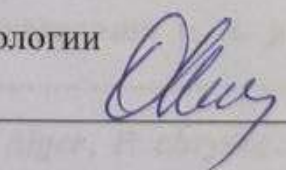
Кацюрба Е.А.

Научный руководитель
канд. биол. наук, доцент



Яковлева Г.Ю.

Заведующий кафедрой микробиологии
д-р биол. наук, профессор



Ильинская О.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	6
1.1 Биоповреждения материалов, вызванные различными факторами....	6
1.1.1 Коррозия материалов, вызванная действием микроорганизмов	7
1.1.2 Этапы микробиологической биодеградациии полимеров.....	9
1.2 Микроорганизмы, участвующие в биоповреждении	10
1.3 Разнообразие покрытий и материалов.....	13
1.3.1 Материалы – полисилоксаны	13
1.3.2 Покрытия на основе эпоксидных смол	14
1.4 Влияние различных включений на химико-физические свойства материалов на основе эпоксидных смол	16
1.5 Антимикробная активность материалов на основе оксидов меди и цинка	17
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	22
2.1 Объект исследования	22
2.3. Оценка биоповреждения образцов композитного органического остекления с полисилоксановым покрытием.....	24
2.4 Определение грибостойкости образцов полимерного композиционного материала	26
2.5 Оценка ростовых характеристик и синтеза органических кислот у микромицетов <i>A. niger</i> , <i>P. chrysogenum</i> и <i>A. puulaauensis</i> при росте на среде Чапека-Докса	26
2.5.1 Оценка роста грибов <i>A. niger</i> , <i>P. chrysogenum</i> и <i>A. puulaauensis</i> на плотной среде Чапека-Докса	26
2.6 Сравнительная оценка действия различных концентраций Cu_2O и ZnO на рост <i>Aspergillus niger</i>	27
2.7 Статистическая обработка результатов.....	28
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.....	29
3.1 Оценка грибостойкости образцов композитного органического остекления с полисилоксановым покрытием.....	29

3.1.1 Оценка грибостойкости образцов композитного органического остекления с полисилоксановым покрытием в условии отсутствия минерального и органического загрязнения	29
3.1.2 Оценка грибостойкости образцов композитного органического остекления с полисилоксановым покрытием, обработанных спорами <i>A. niger</i> , <i>P. chrysogenum</i> и <i>A. puulaauensis</i> и находящихся в условиях, имитирующих минеральные и органические загрязнения	34
3.2 Оценка изменения оптико-механических свойств композитного органического остекления с полисилоксановым покрытием	36
3.3 Оценка роста и синтеза органических кислот <i>A. niger</i> , <i>P. chrysogenum</i> и <i>A. puulaauensis</i>	39
3.4 Устойчивость образцов полимерных композиционных материалов с различными концентрациями Cu_2O к воздействию микроскопических грибов в условии минерального и органического загрязнения	42
3.5 Влияние различных концентраций Cu_2O и ZnO на рост <i>Aspergillus niger</i> на плотной питательной среде Чапека-Докса	47
3.6 Влияние различных концентраций Cu_2O и ZnO на рост <i>Aspergillus niger</i> на жидкой питательной среде Чапека-Докса	50
ВЫВОДЫ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	55

ВВЕДЕНИЕ

Биоповреждение – это любое изменение (нарушение) структурных и функциональных характеристик у объекта антропогенного происхождения или используемых в качестве сырья природных объектов, которые возникают в результате деятельности живых организмов (биологических факторов). Чаще всего объектами биоповреждений являются разнообразные конструкции и материалы. В течение длительного времени они подвергаются влиянию биологических факторов, и действие их несет за собой такие изменения в структуре и качестве, которые могут привести к частичному или даже полному разрушению конструкции [Семенов с соавт., 2007]. Типичными представителями биоповреждающих агентов являются микроорганизмы – бактерии и микромицеты, а также лишайники, водоросли, высшие растения, беспозвоночные и позвоночные животные [Воробьев с соавт., 2008].

Наиболее агрессивными биодеструкторами материалов являются микроорганизмы – бактерии и грибы. На их долю приходится наибольшее количество всех биоповреждений. Опасность микроорганизмов состоит в том, что они быстро размножаются и легко приспосабливаются к изменениям физических, химических и биологических условий среды. В результате деятельности микроорганизмов материалы могут менять свои структурные и функциональные характеристики. На данный момент времени пока не существует такого материала, который мог бы противостоять их разрушительному воздействию [Pozo-Antonioa *et al.*, 2022, Kakakhel *et al.*, 2019].

Большинство промышленных отраслей нуждаются в современных разработках, в частности в области производства покрытия для композитного органического остекления, а также полимерных композиционных материалов. Важнейшими характеристиками подобных материалов являются оптические свойства, устойчивость к истиранию и адгезионная способность, которые под

влиянием роста и метаболизма микромицетов сильно снижаются [Danilaev *et al.*, 2019].

Способы решения проблемы биоповреждений могут включать создание и использование микробиологически стойких материалов, применение специальных методов защиты, а также корректировку условий эксплуатации и технического обслуживания изделий, препятствующую процессам биоповреждения. Безусловно, данные способы не могут быть реализованы без полноценного изучения жизненного цикла биоповреждающих агентов и их экологии.

Целью данной работы является оценка эффективности способов предотвращения биоповреждений полимерных материалов.

В соответствии с поставленной целью, решались следующие задачи:

1) Определить устойчивость образцов композитного органического остекления с полисилоксановым покрытием к действию микромицетов *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* и *Aspergillus puulaauensis* в условиях отсутствия минерального и органического загрязнения и в условиях, имитирующих минеральные и органические загрязнения.

2) Оценить роль ионов меди в повышении грибостойкости современных полимерных композиционных материалов.

3) Охарактеризовать рост микромицетов *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* и *Aspergillus puulaauensis* на среде Чапека-Докса и спектр синтезируемых ими органических кислот.

4) Дать сравнительную характеристику действия различных концентраций Cu_2O и ZnO на рост *Aspergillus niger* на агаризованной и в жидкой среде Чапека-Докса.

ВЫВОДЫ

1) Согласно ГОСТ 9.048-89 грибостойкость образцов композитного органического остекления с полисилоксановым покрытием к действию микромицетов *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* и *Aspergillus puulaauensis* в условиях отсутствия минерального и органического загрязнения образец можно оценить на 1 балл (поликарбоната триплекс) и на 2 балла (монолитный полиметилметакрилат и поликарбонат).

2) Грибостойкость исследуемых образцов композитного органического остекления с полисилоксановым покрытием, обработанных спорами *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* и *Aspergillus puulaauensis* и находящихся в условиях, имитирующих минеральные и органические загрязнения оценена на 2 балла. Изменения оптико-механических свойств композитного органического остекления с полисилоксановым покрытием были зафиксированы только в варианте, в котором имитировали минеральное и органические загрязнения. Монолитный полиметилметакрилат с полисилоксановым покрытием, сохранил свои оптические характеристики лучше, чем два других образца.

3) Внесение Cu_2O в полимерные композиционные материалы увеличило их грибоустойчивость в условии минерального и органического загрязнения. Площадь поражения образцов *Aspergillus niger* уменьшалась с увеличением концентрации дисперсных частиц. Для образцов, наполненных капсулированными частицами, такое уменьшение было более значительным.

4) *Aspergillus niger* проявил наибольшую ростовую активность по сравнению с *Penicillium chrysogenum* и *Aspergillus puulaauensis*. Диаметр колонии *Aspergillus niger* превышал диаметр колоний *Penicillium chrysogenum* и *Aspergillus puulaauensis* в 3.4 и 2.7 раз соответственно. Средняя радиальная скорость *Aspergillus niger* на среде Чапека-Докса в 3.0 и 2.5 раза соответственно превышала среднюю радиальную скорость микромицетов *Penicillium chrysogenum* и *Aspergillus puulaauensis*. Все исследуемые

микровицеты были способны синтезировать щавелевую, яблочную и лимонную кислоты. Активным продуцентом щавелевой кислоты являлся *Aspergillus puulaauensis*, яблочной и лимонной – *Aspergillus niger*.

5) Оксид меди (Cu_2O) проявил большее фунгистатическое действие, чем оксид цинка (ZnO). Cu_2O подавлял рост *Aspergillus niger* на агаризованной среде Чапека-Докса в среднем в 1.80 ± 0.10 раз, на жидкой среде – в среднем 1.55 ± 0.32 сильнее, а чем ZnO .

2002. – С. 467.

4) Курочкин, В. К. Методы исследования в области биосорбции, биоминерализации и биотрансформации [Текст] / В. К. Курочкин, В. Д. Радченко, Т. В. Бугаева // Ученые записки университета имени П. Ф. Лавровского. – 2014.

5) Ф. Крижан, Д. В. Методы исследования биосорбционных материалов [Текст] / Д. В. Крижан, В. Ф. Саваров, О. Н. Смирнова // Вестник Калужского государственного университета имени М. Е. Щоломова. – 2013. – №3. – С. 118-124.

6) Пыльновская, Е. Я. Биоминерализация и биотрансформация органических соединений [Текст] / Е. Я. Пыльновская, А. И. Назаров, С. Е. Заваров // Вестник Калужского государственного университета. – 2012. – Т. 15. – №10. – С. 166-173.

7) Саваров, К. К. Минерализация биодegradированной активности в процессе деградации органических соединений в среде / К. К. Саваров, Д. Ю. Крижан // Микробиология и фитопатология. – 2020. – Т. 54, № 3. – С. 214-220.

8) Саваров, С. А. Биотрансформация металлов в условиях технологии биосорбции / С. А. Саваров, К. Э. Гумардалиева, И. Г. Калинина // Вестник МПГУ. – 2019. – Т. 2. – С. 7-20.

9) Саваров, С. А. Характеристика процессов и закономерности сорбции металлов в биосорбционных системах / С. А. Саваров, К. Э. Гумардалиева, Г. Е. Заваров // Вестник МПГУ. – 2018. – Т. 1. – С. 12.