

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): 06.03.01 – Биология

Профиль (специализация): Биология

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ БИОПОВРЕЖДЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ
ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

Студентка 4 курса
группы 01-002

 Сунагатова А.А.

Научный руководитель
к.б.н., доцент

 Яковлева Г.Ю.

Заведующий кафедрой
микробиологии
д.б.н., профессор,

 Ильинская О.Н.

Казань – 2024

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	7
1.1 Биоповреждения материалов, вызванные различными факторами	7
1.1.1 Биоповреждение древесных материалов и конструкций	8
1.2 Микроорганизмы, участвующие в биоповреждениях различных материалов	10
1.2.1 Микроорганизмы, участвующие в биокоррозии древесины	12
1.3 Пути предотвращения древесных биоповреждений	14
1.3.1 Защищающая способность антисептирования древесины	15
1.4 Защитные покрытия на основе полисилоксана	15
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	17
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	17
2.1 Объект исследования	17
2.2 Микроскопические грибы и условия их культивирования	17
2.3 Определение устойчивости образцов древесины к воздействию микроскопических грибов	17
2.3.1 Оценка действия полисилоксанового покрытия на грибостойкость фрагментов конструктивных элементов Троицкой церкви	20
2.3.2 Оценка действия различных концентраций NaF на грибостойкость фрагментов саней	20
2.4 Сравнительная оценка роста <i>A. niger</i>, <i>P. chrysogenum</i>, <i>F. graminearum</i> и <i>A. puulaauensis</i> на поверхности агаризованной среды Чапека-Докса	21
2.5 Статистическая обработка результатов	21

3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	22
3.1 Влияние полисилоксановых покрытий на устойчивость фрагментов конструктивного элемента Троицкой церкви к воздействию микромицетов	22
3.2 Влияние различных концентраций NaF на устойчивость образцов старого дерева (фрагмента конструктивного элемента саней) к воздействию микроскопических грибов в условиях, имитирующих минеральные и органические загрязнения	29
3.3 Сравнительная оценка роста <i>A. niger</i>, <i>P. chrysogenum</i>, <i>F. graminearum</i> и <i>A. puulaauensis</i> на поверхности агаризованной среды Чапека-Докса	35
ВЫВОДЫ	38
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	40

ВВЕДЕНИЕ

Ярким проявлением национальной культуры является архитектурное наследие и его наиболее самобытная часть – деревянное зодчество, которое позволяет оценить всеобщность национальной культуры. Нахождение длительного времени под открытым небом, а также влияние различных биологических факторов негативно сказывается на свойствах древесины, что в дальнейшем может угрожать целостности и устойчивости исторических построек.

Наряду с насекомыми, водорослями, лишайниками и бактериями микроскопические грибы играют важную роль в процессах биоповреждения [Карамова с соавт., 2014]. Микромицеты-деструкторы выделяют большое количество спор, способных легко проникать в мельчайшие расщелины, и, в благоприятных условиях, прорасти на обширной площади поверхности. Образование разросшегося мицелия связано с осмогетеротрофным способом питания микроскопических грибов. Такая сложная сеть мицелия во многом объясняет легкую приспособляемость микроскопических грибов в окружающей среде [Еремеева, 2009].

Наиболее часто на промышленных материалах развиваются виды родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Alternaria* [Пехташева с соавт., 2012]. Микромицеты таких родов, как *Penicillium*, *Aspergillus*, и *Trichoderma* являются наиболее активными разрушителями строительных материалов, ответственными за более чем 40% биоповреждений, встречающихся в строительной сфере [Карамова с соавт., 2014]. Микроскопические грибы принято считать ответственными за биоповреждения материалов, использованных в строительстве как косвенно, так и на прямую, поскольку они выделяют ферменты и органические кислоты, в достаточных концентрациях, способствующих

появлению и усугублению микротрещин [Ilinskaya *et al.*, 2018; Yakovleva *et al.*, 2018; Доцник, Ефремова, 2019].

В результате роста на стройматериалах микроскопические грибы приводят к изменениям в равновесии экологии городов и несут угрозу здоровью жителей [Карамова с соавт., 2014; Антонов, 2002; Ilinskaya *et al.*, 2018]. *Aspergillus niger* является одним из широко встречающихся видов грибов и попадание его спор в иммуноослабленный организм может приводить к аллергическому бронхолегочному аспергиллезу или к диссеминированной инфекции [Покровская с соавт., 2012].

Для защиты древесины от биоповреждений требуется осуществление комплексного подхода, неотъемлемой частью которого является профилактика предотвращения их увлажнения, а также применение химических средств защиты – антисептиков. Применение биоцидных соединений является одним из наиболее эффективных и распространенных способов защиты материалов. Так, применение фторида натрия (NaF) в качестве биоцида при производстве древесно-стружечных плит продемонстрировало подавление активности *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum* и *Penicillium pinophilum* по сравнению с необработанными контрольными образцами [Tascioglu, Umemura, 2020].

Применение полисилоксановых лаков для осуществления защиты различных материалов от биоразрушений считается популярным. К подобным относятся органические стекла (поликарбонат и полиметилметакрилат), использованных для остекления различных сооружений и транспорта. Нанесение полисилоксанового покрытия (лака) на эти материалы приводит к увеличению их выносливости, сохраняет прозрачность и усиливает их устойчивость к разрушающим действиям микромицетов [Danilaev *et al.*, 2022].

Целью данной работы являлось исследование пригодности использования полисилоксановых покрытий и фторида натрия для предотвращения биоповреждений исторических деревянных конструкций.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1) Определить воздействие полисилоксанового покрытия на стойкость образцов старой древесины (элемента конструкции Троицкой церкви) к воздействию микроскопических грибов в условии, имитирующем минеральное и органическое загрязнение.

2) Оценить влияние различных концентраций NaF на устойчивость образцов старого дерева (фрагмента саней) к поражению микромицетами в среде, моделирующей минеральное и органическое загрязнение.

3) Охарактеризовать параметры роста *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Fusarium graminearum* и *Aspergillus puulaauensis* на агаризованной питательной среде Чапека-Докса.

ВЫВОДЫ

1) Нанесение полисилоксанового покрытия (лака) на фрагмент конструктивного элемента Троицкой церкви XVI века (г. Свияжск) замедляло прорастание спор микромицетов, находящихся на поверхности фрагмента, и снижало количество конидиеносцев в 9.9 ± 0.3 раза по сравнению с необработанным лаком образцом в условии имитации минеральных и органических загрязнений. Обработка полисилоксановым покрытием уменьшала площадь поражения образца микромицетами на 21 сутки инкубирования в среднем в 5.6 ± 0.2 раза по сравнению с необработанным лаком фрагментом.

2) Обработка полисилоксановым покрытием фрагмента конструктивного элемента Троицкой церкви XVI века (г. Свияжск) подавляла рост *Fusarium graminearum*, *Penicillium chrysogenum* и *Aspergillus puulaauensis*, нанесенных на поверхность образца, и снижала количество конидиеносцев *Aspergillus niger* на поверхности фрагмента в среднем в 7.2 ± 0.2 раза по сравнению с необработанным лаком образца. Площадь поражения фрагмента конструктивного элемента микромицетами снизилась в 3.7 ± 0.1 раза при нанесении полисилоксанового покрытия.

3) Обработка образцов фрагмента конструктивного элемента саней раствором NaF привела к подавлению прорастания спор микроскопических грибов как находящихся на поверхности образцов, так и внесенных вместе с питательной средой Чапека-Докса.

4) Рост *Aspergillus niger* на агаризованной питательной среде Чапека-Докса отмечали на протяжении 14 суток культивирования, в то время как *Penicillium chrysogenum*, *Fusarium graminearum* и *Aspergillus puulaauensis* практически прекращали рост, начиная с 4 суток.

5) Максимальную скорость роста *Penicillium chrysogenum*, *Fusarium graminearum* и *Aspergillus puulaauensis* отмечали на 3 сутки, *Aspergillus niger* – на 4 сутки культивирования. Максимальная скорость

роста *Penicillium chrysogenum* и *Aspergillus puulaauensis* была в 1.7 ± 0.2 и в 2.0 ± 0.1 раза ниже скорости *Aspergillus niger* и *Fusarium graminearum* соответственно.