

ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук Понизовской Валерии Борисовны на тему: «Микромицеты штукатурки и белого камня в интерьерах памятников культуры» по специальности 03.02.12 – «Микология»

Диссертационная работа Понизовской Валерии Борисовны посвящена всестороннему изучению микобиоты исторических памятников на территории России, в интерьерах которых был использован известняк и штукатурное покрытие. Актуальность темы не вызывает сомнений, поскольку она имеет существенное значение для понимания процессов функционирования микобиоты во внутреннем пространстве объектов культуры с различной историей и особыми условиями для жизни микроорганизмов. Микобиота материалов отделки интерьеров исторических зданий изучена весьма фрагментарно. Между тем важность подобных исследований определяется необходимостью понимания роли микромицетов в процессах деструкции природного и искусственного камня, влияния особенностей субстрата и факторов внешней среды на развитие биоповреждений. Существенный научный интерес представляет исследование механизмов адаптации микроорганизмов к карбонатному субстрату. Важным представляется понимание сущности взаимодействий микромицетов с карбонатным минеральным субстратом в меняющихся окружающих условиях, что во многом определяет динамику и структуру микробных сообществ. За последние десятилетия строительная микология (Building Mycology) сформировалась как целостная научная дисциплина, а работа Понизовской Валерии Борисовны отвечает современным тенденциям развития этого научного направления. Поставленная в диссертации проблема носит междисциплинарный характер и требует комплексного подхода к ее решению, поскольку затрагивает различные аспекты микологии, экологии

внутренней среды зданий, материаловедения, защиты от биоповреждений. Исходя из сказанного, тема диссертационной работы поставлена своевременно и, несомненно, является **актуальной**.

Методологическая ценность диссертации определяется тем, что для решения поставленных задач использован комплексный научный подход, предусматривающий сочетание различных методов и приемов, позволяющих объективно оценить разнообразие микромицетов на строительных материалах на минеральной основе, а также глубже понять их экологические и физиологические особенности. Важно отметить, что в работе сочетаются классические культуральные методы и молекулярно-генетические методы, использованные для точной идентификации микромицетов. Такой подход позволяет наиболее полно выявить разнообразие грибов, оценить их экологические и физиологические свойства в модельных экспериментах. Важно отметить, что диссертантом создана коллекция микромицетов-деструкторов, которая включает штаммы, способные переносить экстремальные условия. Часть полученных штаммов была передана в международные коллекции, что может иметь существенное значение для развития исследований в данном направлении.

Научная новизна работы обусловлена тем, что проведен всесторонний анализ микобиоты 14 памятников культуры на территории России, установлены доминирующие виды грибов на карбонатных субстратах, показаны особенности формирования комплексов микромицетов на материалах и конструкциях в различных условиях внутри помещений. Диссертантом впервые показано, что существенную роль в формирующихся комплексах микромицетов играют *Acremonium*-подобные виды, в числе которых оказался новый для науки вид *Lecanicillium gracile*, описанный диссертантом. Получены интересные данные, характеризующие экологические особенности микромицетов-деструкторов штукатурки и белого камня.

Помимо теоретической, работа имеет и **практическое значение**. Результаты могут быть использованы для прогнозирования состояния памятников, ограничения распространения микромицетов на объектах культурного наследия, защиты материалов от биоповреждений и разработки реставрационных мероприятий.

В работе реализован традиционный подход к изложению и предоставлению материала, что и определяет структуру диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, списка литературы (238 источников), а также приложения. Работа содержит 13 таблиц и 26 рисунков.

Во **введении** обоснован выбор темы, охарактеризована научная новизна и практическая значимость, обозначены цели и задачи диссертационного исследования, представлены положения, выносимые на защиту, а также дана необходимая информация об апробации работы и публикациях по теме диссертации.

Первая глава посвящена обзору литературы по рассматриваемой проблеме. Эта глава выглядит хорошо структурированной, а литературный материал подобран с учетом задач диссертационного исследования. Автор анализирует работы последних лет, которые дают достаточно полное представление об изученности микромицетов-деструкторов, характеризуют накопленные сведения о микобиоте объектов культурного наследия в различных условиях. Рассмотрен весь спектр микроорганизмов, которые участвуют в биоповреждении минеральных строительных материалов. Основное внимание, естественно, уделено микромицетам, колонизирующим строительные материалы на открытом воздухе и внутри помещений. При этом обстоятельно рассмотрены свойства известняка и штукатурки как субстратов для микромицетов. Автором подробно разобраны работы по влиянию факторов окружающей среды на развитие микромицетов в интерьерах памятников культуры. Обзор литературы выглядит очень информативным, материал хорошо проанализирован и обсужден. Собранные

данные будут полезны при рассмотрении фундаментальных и прикладных аспектов изучения микобиоты зданий и сооружений с учетом разнообразия биотических и абиотических факторов, влияющих на процессы биоповреждений материалов.

Во второй главе описан круг объектов исследования и охарактеризованы методы, которые были использованы в работе. Характеристики образцов достаточно полно представлены в сводной таблице, где описаны признаки повреждения материалов и указано влагосодержание субстрата в месте отбора проб. Дополнительно приводятся иллюстрации, характеризующие проявление биодеструкции на штукатурном покрытии и белом камне. В главе 2 достаточно подробно описаны методы выделения микромицетов и их идентификации по морфолого-культуральным и молекулярным признакам. Диссертантом обстоятельно охарактеризованы методические подходы к изучению экофизиологии микромицетов-деструкторов, включая анализ влияния активности воды, значений pH и свойств субстрата на рост и развитие грибов. Описаны и другие методы, используемые в работе, включая сканирующую электронную микроскопию, способы испытаний защитных составов, обладающих фунгицидным действием. В целом, методический раздел диссертации дает достаточное представление о широте использованных методов, позволивших диссертанту получить важные научные результаты, изложенные в последующих главах.

В третьей главе, состоящей из 7 разделов и 5 подразделов, рассмотрены различные аспекты формирования микобиоты штукатурки и белого камня в интерьерах изученных объектов культурного наследия. Автором подробно охарактеризована численность грибов в пробах поврежденных материалов, охарактеризована структура комплексов микромицетов штукатурного покрытия и белого камня, показана способность грибов развиваться в образцах штукатурки. В серии экспериментов диссертантом показано влияние активности воды, кислотности среды и особенностей субстрата на рост и развитие микромицетов. Отдельно рассмотрено накопление

микромицетов в пыли, а также проанализировано фунгицидное действие препаратов на основных биодеструкторов штукатурки и известняка. Одним из основных итогов проведенного исследования стало доказательство своеобразия комплексов микромицетов на штукатурке и белом камне, для которых характерно преобладание представителей *Hypocreomycetidae*. В их числе оказался и новый для науки вид *Lecanicillium gracile*, который подробно изучен и детально описан в работе. Важным итогом экспериментальных исследований можно считать установление принадлежности большинства выявленных микромицетов к мезофилам и алкалотолерантам. Из числа изученных видов диссертантом выделена группа наиболее активных деструкторов штукатурки и белого камня, которые способны к росту в широком диапазоне условий, встречающихся в архитектурных сооружениях. Их деструктивная активность во многом связана со способностью растворять карбонат кальция, составляющий основу штукатурки и известняка. Микологический анализ образцов пыли показал, что микромицеты способны не только переноситься с пылевыми частицами воздушными потоками, но и развиваться в пыли помещений, представляющей собой полноценный питательный субстрат для грибов, повреждающих штукатурку и белый камень. Проведенные испытания биоцидных составов позволили диссертанту сделать обоснованный вывод об эффективности известного препарата Катамина АБ в подавлении микромицетов-деструкторов минеральных субстратов.

В целом, глава 3, в которой собраны основные результаты экспериментальных исследований диссертанта, характеризует широту и новизну полученных данных, позволяет составить полное представление о большом объеме проведенных исследований.

В четвертой главе, состоящей из 5 разделов, обстоятельно обсуждаются результаты проведенных исследований. Автор обобщает полученные данные, сравнивает собственные результаты с накопленными ранее сведениями, выделяет главные особенности комплексов микромицетов в изученных

местообитаниях. Наряду с подтверждением уже известных данных, диссертантом получены новые результаты, существенно расширяющие представление о путях формирования и функционирования микобиоты во внутренней среде помещений различного назначения. Диссертантом не выявлено взаимосвязи между видовым составом выделенных микромицетов и местонахождением обследованных памятников. Кроме того, не выявлено связи между составом микромицетов и типом материала, что вполне согласуется с известными данными о том, что структура комплексов микромицетов определяется, в первую очередь, микроклиматическими условиями, которые могут варьировать даже в пределах одного помещения. Автор справедливо отмечает взаимосвязь физико-химических и биологических факторов в процессах разрушения минеральных карбонатных субстратов, что, например, имеет место в зонах кристаллизации солей (солевая коррозия), где формируются специфические группировки галофильных и галотолерантных грибов. Диссертантом выделена группа видов, характеризующихся наибольшим обилием на штукатурке и белом камне в помещениях обследованных исторических объектов. Эти виды встречаются в различных местообитаниях, обладают повышенной устойчивостью к стрессовым воздействиям, не имеют выраженных трофических предпочтений и способны использовать в качестве источников питания широкий спектр органических веществ, благодаря высокой ферментативной активности. К этому заключению автор приходит на основании проведенного всестороннего исследования выделенных видов, а также глубокого анализа литературных данных, касающихся экологии экстремофилов и биодеструкторов. Важно отметить стремление диссертанта разобраться в механизмах микодеструкции штукатурки и белого камня. В этом отношении следует выделить эксперименты по растворению карбоната кальция отдельными штаммами грибов. Автором отмечена способность к выделению щавелевой кислоты у изученных микромицетов, что является одним из факторов биодеструкции и вторичного минералообразования на

поверхности карбонатных субстратов. В целом, обсуждение результатов, представленное в 4 главе диссертации, заслуживает самой высокой оценки.

Выводы являются обоснованными и отражают основные результаты диссертационной работы. Защищаемые положения подтверждены фактическим материалом. Таблицы и рисунки хорошо дополняют текст работы. Широкий диапазон накопленных данных позволяет получить максимально полное представление о путях формирования и функционирования комплексов микромицетов на минеральных карбонатных субстратах в исторических памятниках, различающихся по своим микроклиматическим условиям.

Структура диссертации обеспечивает последовательное логичное рассмотрение тех вопросов, которые были обозначены в работе. Анализ содержания диссертации показывает, что работа В.Б. Понизовской опирается на большой объем фактического материала, в сборе, обработке и анализе которого автор принимала непосредственное участие.

По ходу прочтения работы возникли некоторые вопросы и замечания.

1) Изучение состава микромицетов в пыли обследованных помещений, несомненно, представляется важным элементом диссертационной работы. При этом возникает вопрос о содержании спор микромицетов в воздушной среде обследованных помещений (аэромикота), поскольку состав пыли внутри помещений формируется разными путями, а микромицеты, накапливающиеся в пылевых отложениях, могут быть привнесены с воздушными потоками из внешней среды, а также представлять спороносящие виды внутри помещений. Учитывались ли возможные пути циркуляции микромицетов в воздушном пространстве обследованных помещений? Насколько состав микромицетов в пылевых отложениях совпадает с комплексом микромицетов на штукатурке и белом камне?

2) Эксперименты по проверке способности микромицетов развиваться на карбонатном субстрате проводились на образцах старой разрушенной штукатурки, содержащей значительное количество органических веществ.

Автор справедливо отмечает, что частично разрушенный субстрат с наличием достаточного количества источников питания наиболее подходит для колонизации грибами. Вероятно, деструктивную активность микромицетов стоило рассмотреть и на неповрежденном субстрате (в относительно олиготрофных условиях), что позволило бы охарактеризовать начальную (инициальную) стадию биологической колонизации и повреждения материала?

3) Хотелось бы уточнить, какие критерии были использованы при отборе биоцидных составов для включения в испытания? Насколько перспективным, на взгляд диссертанта, является использование составов на основе наночастиц серебра для защиты материалов от микодеструкции?

4) В работе встречаются отдельные неточности, например, в написании названий минералов оксалатов кальция.

Указанные замечания не отражаются на достоверности научных выводов, положительной оценке работы, не снижают значимости диссертационного исследования. Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы. Материалы диссертации достаточно полно опубликованы в рецензируемых журналах, индексируемых в базах данных Scopus и WoS.

Диссертационная работа Понизовской Валерии Борисовны отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 03.02.12 – «Микология» (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Понизовская Валерия Борисовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.12 – «Микология».

Официальный оппонент

доктор биологических наук,

профессор кафедры ботаники Биологического факультета

Федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский

государственный университет»

Власов Дмитрий Юрьевич

Контактные данные:

тел:

e-mail:

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена докторская диссертация: 03.00.24 – «Микология»

Адрес места работы:

199034, Университетская набережная, д. 7/9, Санкт-Петербург.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,

Биологический факультет, кафедра Ботаники

Тел.: (812) 3282000; e-mail: spbu@spbu.ru

Подпись сотрудника организации Д.Ю. Власова

удостоверяю:

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ СПбГУ
Н. К. КОРЕЛЬСКАЯ

02.12.2020.