

Лихенобиота на поверхности валунно-кирпичной кладки стен соловецкого монастыря: благо или зло?

Дмитриева М.Б.^{1,2}, Калашникова К.А.², Пчелкин А.В.³, Сонина А.В.⁴, Черенкова Н.П.⁵

1. Государственный научно-исследовательский институт
реставрации

2. Российский государственный архив научно-технической
документации

3. Институт географии РАН

4. Петрозаводский государственный Университет

5. Кенозерский национальный парк

bioest.maria@gmail.com

Традиционный взгляд на биообрастания как на нежелательное явление, изменяющее внешний облик и сохранность любого памятника, нуждается в серьезном переосмыслении. Это утверждение связано с недавним горячим обсуждением проблем реставрации стен Соловецкого монастыря. Лишайники золотисто-красного цвета, веками формировавшие покровы на поверхности стен Соловецкого монастыря, были оценены как опасные биодеструкторы, что привело к зачистке валунной кладки от лишайников в связи с опасениями за сохранность объекта.

О проблеме сохранения сформированного веками сообщества лишайников (лихенобиоты) на поверхности валунов в основном и пойдет речь в настоящем сообщении.

Крепость Соловецкого монастыря (XV – XIX вв.) — единственный в России фортификационный комплекс зданий, сложенных с использованием крупного природного валуна в сочетании с редчайшим по прочности кирпичом и кованым железом местного производства. Уникальной особенностью валунно-кирпичной кладки монастырских стен является сообщество лишайников с безусловным доминированием *Rusavskia elegans* (Link) S.Y. Kondr. & Kärnefelt. Именно этот вид на протяжении веков придает неповторимый колорит памятнику и является его украшением.

В 1992 году историко-культурный комплекс Соловецких островов был включен в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, а в 2013 году он был отнесен к числу особо ценных объектов. Оказавшись в зоне особого внимания со стороны государственных властей Соловецкий комплекс быстро стал лакомым объектом для бизнес проектов по хозяйственному управлению, реставрации и туристическому сервису.

Реставрационные работы были начаты в 2016 г., но уже в августе того же года стали заметными катастрофические изменения привычного образа монастырских стен и башен: лишайники и растения были удалены с восточной и западной стен. Изменились цвет, тон, фактура и глубина рельефа древних стен и башен. Специалисты жаловались на необоснованное удаление с валунно-кирпичной кладки слоя золотисто-красных лишайников.

Результатом резонансного обсуждения проблем реставрации Соловецкого архипелага стало решение о прекращении реставрационных работ и создании экспертной рабочей группы для корректировки методов и технологии реставрационных работ. В нее вошли специалисты разных направлений: экологи, микробиологи, лишайнологи и материаловеды, которым предстояло оценить степень негативного воздействия эпилитного листоватого лишайника *Rusavskia elegans* на каменный субстрат крепостных стен, определить возможные последствия удаления лишайниковых обрастаний и ответить на другие важные вопросы. Для выполнения указанных задач были проведены лишайнологические, микробиологические и другие исследования, которые показали отсутствие отрицательного воздействия талломов *R. elegans* на каменный субстрат стен. В отдельных случаях этот вид лишайников оказывает положительное воздействие на субстрат: талломы *R. elegans* защищают поверхность от ветровой и водной эрозии, сглаживают температурные колебания. Более того, было установ-

лено, что *R. elegans* подавляет развитие других, агрессивных по отношению к субстрату, видов лишайников, и пр. Биологи экспертной группы на основании разносторонних исследований пришли к выводу, что на стенах Соловецкого монастыря сформировалась сингузия с доминированием *Rusavskia elegans*, и лучше не трогать такое устойчивое климаксное сообщество и не провоцировать новые сукцессионные процессы. Результаты исследований и выводы согласуются с данными научной литературы, где описано немало примеров положительного воздействия лишайников на поверхность камня.

Старый-новый взгляд на дезинфекцию предметов культурного наследия

Дмитриева М.Б.^{1,2}, Калашникова К.А.²

1. Государственный научно-исследовательский институт реставрации

2. Российский государственный архив научно-технической документации
bioest.maria@gmail.com

При хранении и реставрации предметов культурного наследия специалисты нередко сталкиваются с признаками плесневого заражения. Многие хранительские инструкции и реставрационные методики предусматривают обязательную антисептическую обработку зараженных экспонатов в хранилищах или перед началом реставрационных работ. Для дезинфекции применяют специальные физические методы и химические препараты, которые уничтожают микроорганизмы и повышают устойчивость материала к микробной атаке. Однако во многих случаях сами методы и препараты, не безопасны для реставрируемых материалов, людей и окружающей среды.

Многолетний опыт исследования биологических повреждений произведений искусства, выполненных из самых разных материалов, показывает, что в фондах при длительном хранении предметов в надлежащих условиях происходит постепенное снижение жизнеспособности микроорганизмов вплоть до их полного уничтожения. На стол к реставратору часто поступают экспонаты со старыми плесневыми налетами, содержащими споры и клетки, которые уже потеряли жизнеспособность или количество которых невелико. В тех случаях, когда на реставрацию передают предметы со свежими активными очагами заражения, условия проведения работ и методы реставрации оказываются губительными для большинства микроорганизмов без применения специальных антимикробных обработок.

Необходимость пересмотра взглядов на обязательное применение дезинфектантов для борьбы с плесневым заражением предметов культурного наследия подтверждает наше исследование на примере модельных образцов зараженной бумаги XVIII в.

Зараженные естественным способом образцы бумаги, подвергали реставрационным процедурам (механической очистке, промывке, высушиванию, химической обработке). На каждом этапе отбирали пробы для учета численности микроорганизмов на поверхности бумаги. Результаты учета микроорганизмов показали, что после высушивания на воздухе зараженных образцов существенных изменений в количественном и качественном составе микроорганизмов не происходит. После механического удаления налетов изменения отмечены только для образцов с белыми налетами (представители класса *Basidiomycetes* больше не выделялись). Надо учитывать, что при механической очистке продолжается процесс высушивания. Фрагменты мицелия базидиальных грибов оказались неустойчивыми к таким обработкам. После промывки зараженных образцов водой наблюдали снижение численности и видового разнообразия. А после обработки этих образцов раствором трилона с последующей промывкой только единичные клетки (споры) сохраняли жизнеспособность. Таким образом наши исследования показали, что в процессе реставрации при многократном увлажнении и высушивании, при выдерживании предметов в комнатных условиях, при сухой механической

кой расчистке от загрязнений, при использовании разных способов промывки происходит существенное снижение численности микроорганизмов не только за счет механического их удаления, но и вследствие того, что споры грибов в увлажненном состоянии начинают прорастать и при этом теряют свои защитные функции.

Такие наблюдения были зафиксированы нами на практике при исследовании очагов заражения на масляной живописи, на предметах прикладного искусства, выполненных из текстильных материалов, дерева и пр. Вопрос о применении различных дезинфектантов в музейной и реставрационной практике широко обсуждали на рубеже XX и XXI вв., однако до сих пор многие хранители, консерваторы и исследователи придерживаются традиционных взглядов на проблему хранения и реставрации предметов с признаками плесневого заражения. С учетом широко обсуждаемых вопросов экологической безопасности окружающей среды и здоровья человека необходимо критически относиться к применению любых химических дезинфектантов.

Влияние углеводородного топлива на состав водорослевых сообществ

Дорохова М.Ф.

*МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет
dorochova@mail.ru*

Изучено самовосстановление сообществ водорослей почв, загрязненных углеводородным топливом в полевом эксперименте. Исследования проведены в подзоне южной тайги, в окрестностях учебно-научной станции Сатино на пяти ключевых участках в основных для этой территории ландшафтах: водораздельной поверхности с дерново-подзолистыми почвами, склоне с дерново-глебовыми почвами и высокой пойме р. Протвы с пойменными дерновыми почвами. На каждом ключевом участке были заложены 4 экспериментальные площадки, в три из которых были внесены бензин АИ 92, керосин и дизельное топливо из расчета 500 г/кг почвы. Пробы отобраны через 4 года после заливки горючего из слоя 0 – 5 см почвы. Водоросли выращивались на среде Болда.

Во всех почвах, несмотря на высокую дозу загрязнителей, процесс самовосстановления водорослевых сообществ идет весьма интенсивно. Об этом свидетельствует довольно высокое видовое разнообразие водорослей загрязненных почв: оно составляет не менее 70 % от фонового числа видов в дерново-подзолистых почвах, а в дерново-глебовых и (при загрязнении бензином и керосином) в пойменных дерновых почвах превышает фоновый уровень. Однако ни в одном варианте эксперимента за 4 года не произошло полного восстановления сообществ водорослей: в загрязненных почвах их состав и структура, а также комплекс доминирующих видов существенно отличаются от состава и структуры водорослевых сообществ незагрязненных (фоновых) почв. Во всех загрязненных почвах возросла доля синезеленых водорослей в сообществах.

Дизельное топливо в целом оказало наиболее глубокое воздействие на состав почвенных водорослей. Так, в дерново-подзолистой почве под ельником с осиной мертвопокровным на экспериментальных площадках, загрязненных бензином и керосином, к настоящему времени сформировались водорослевые сообщества, характерные для лесных дерново-подзолистых почв — с наибольшим разнообразием зеленых и желтозеленых водорослей. На площадке, загрязненной дизельным топливом, состав водорослей очень специфичен: синезеленые и зеленые представлены одинаковым числом видов, что совершенно не свойственно лесным почвам.

Исследования биоцидного действия эфирных масел

Калашникова К.А., Дмитриева М.Б., Ефимова Э.Б., Титова Н.А.
Российский государственный архив научно-технической документации
kri2012@yandex.ru

В последнее время природные соединения растительного происхождения имеют все большее распространение и применение в различных сферах деятельности человека в виду отсутствия токсичных свойств и экологической безопасности. В архивной отрасли их использование перспективно для подавления жизнедеятельности микроорганизмов-биодеструкторов, главным образом, плесневых грибов, вызывающих необратимые повреждения бумаги. Целью эксперимента было изучение воздействия эфирных масел на активность микромицетов-биодеструкторов на поверхности зараженных архивных документов.

Исследованы 5 водных дистиллятов эфирных масел российского производства, в предыдущих экспериментах показавших хорошую биостатическую активность в отношении основных видов-целлюлозолитиков и других видов условно-патогенных плесневых грибов, развивающихся на бумажных носителях и присутствующих в воздушной среде помещений: эфирные масла гвоздики, цитронеллы, мяты, нероли, мелиссы. Воздействие масел на плесневые грибы оценивали по количеству жизнеспособных КОЕ, выросших на чашках Петри после определенного времени выдерживания (15 и 34 сутки) документа в парах эфирных масел. Для этого были отобраны архивные документы, которые пострадали в аварийной ситуации и оказались зараженными естественным путем после намокания и недостаточно быстрого высушивания. В каждый отобранный документ, в то место, откуда предварительно были получены положительные результаты оценки зараженности, закладывали лист фильтровальной бумаги, смоченный 20 % спиртовым раствором эфирного масла и подсушенный на воздухе. Документ упаковывали в полиэтилен на длительный срок. Посев на чашки Петри осуществляли методом сухого смыва плесневых налетов стерильными ватными тампонами с площади $5 \times 5 \text{ см}^2$, тампоны суспендировали в пробирках со стерильной водой (10 мл). Полученную суспензию наносили по 0,2 мл на чашку Петри со средой Чапека и распределяли шпателем по поверхности чашки. Чашки Петри инкубировали в термостате при $(26 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 7 суток. По истечении этого срока чашки Петри просматривали, подсчитывали КОЕ на единицу площади (1 дм^2) и идентифицировали выделенные плесневые грибы до вида.

Всего было протестировано 30 зараженных архивных документов. Видовой состав микромицетов был довольно однообразен и включал 8 видов (расположены в порядке снижения частоты встречаемости): *Penicillium chrysogenum*, *P. cyclopium*, *Ulocladium consortiale*, *Stachybotrys chartarum*, *Chaetomium globosum*, *Aspergillus niger*, *Mucor plumbeus*, *Aspergillus versicolor*. После выдерживания зараженных документов в парах эфирных масел было отмечено существенное снижение численности вышеперечисленных видов. Показано, что эффективность действия эфирных масел зависит от плотности плесневого налета.

По результатам эксперимента можно сделать следующие выводы: 1) Выбранные эфирные масла оказывают подавляющее действие на обнаруженные на документах плесневые грибы; 2) Подавляющее действие зависит от длительности выдерживания документов с активными очагами плесневого заражения в парах эфирных масел; 3) На практике для снижения численности жизнеспособных спор грибов и фрагментов мицелия следует применять эфирные масла только после механического удаления плесневых налетов вручную.