

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №2 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-2>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/31TVN215.pdf>

DOI: 10.15862/31TVN215 (<http://dx.doi.org/10.15862/31TVN215>)

УДК 699.874:331.451¹

Шилова Екатерина Альбертовна

ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
Россия, Санкт-Петербург
Кандидат медицинских наук, доцент
E-mail: shilova.pgups@yandex.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=481391

Леванчук Александр Владимирович

ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
Россия, Санкт-Петербург
Кандидат медицинских наук, доцент
E-mail: tebpgups@rambler.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=672009

Сазонова Анна Михайловна

ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
Россия, Санкт-Петербург
Ассистент
E-mail: amm_2005@mail.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=732316

**Методика подбора биоцидных препаратов для борьбы
с биодеструкцией, вызванной сообществом микромицетов**

¹ 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9, ПГУПС (кафедра «Техносферная и экологическая безопасность», пом. 2-408)

Аннотация. Биодеструкция строительных материалов и конструкций, вызванная микромицетами, оказывает негативное влияние на здоровье контактирующих лиц, ведет к экономическим потерям и возникновению аварий, оказывает отрицательное влияние на окружающую среду. Микромицеты широко распространены на любых объектах (жилые помещения, производственная среда), так как этому способствует наличие комплекса благоприятных условий для жизнедеятельности биодеструкторов технофилов. Наиболее распространенный способ ликвидации и предупреждения распространения очагов биодеструкции – химический метод. Однако, борьба с биодеструкцией строительных материалов и конструкций с использованием биоцидных препаратов не всегда эффективна. Это может быть связано с разными причинами, в том числе с различием свойств микроорганизмов в моно - и смешанных культурах. Этот факт необходимо принимать во внимание при подборе биоцидных препаратов, поскольку зачастую биодеструкция вызывается сообществом микроорганизмов, что не учитывается в лабораторных условиях. Предлагаемая методика определения чувствительности/устойчивости сообществ микромицетов, выделенных из очагов биодеструкции, с использованием диско-диффузионного метода отличается простотой постановки, экономичностью, достаточной информативностью, позволяет в определенной степени устранить ряд причин неэффективности традиционных методов борьбы, а также снизить экономические затраты на их проведение.

Ключевые слова: биодеструкция; микромицеты; химические методы; биоцидные препараты; микробные сообщества; диско-диффузионный метод; чувствительность/устойчивость к биоцидным препаратам.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Шилова Е.А., Леванчук А.В., Сазонова А.М. Методика подбора биоцидных препаратов для борьбы с биодеструкцией, вызванной сообществом микромицетов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №2 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/31TVN215.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/31TVN215

Введение

Биодеструкция строительных материалов и конструкций приносит значительный ущерб здоровью работающих и контактирующих лиц, экономические потери, может быть причиной техногенных аварий, а также негативно влияет на окружающую среду [1]. Наиболее агрессивными биодеструкторами технофилами являются микроскопические грибы (микробиоты) [2].

Причинами широкого распространения микробиот биодеструкторов является их способность к активной колонизации техногенных объектов. Этому зачастую способствуют как естественные, так и искусственные причины. К естественным причинам можно отнести высокую устойчивость к колебаниям температуры, влажности, адаптивные возможности в отношении питательных субстратов, свойственные микробиотам, а также их доминирующее положение среди всех остальных биодеструкторов. Искусственные причины связаны с антропогенной деятельностью, к которым относятся протечки, нарушения в системах вентиляции, кондиционирования, минеральные и органические загрязнения, включая запыленность [3].

Чаще других среди биодеструктивных микробиот встречаются грибы классов *Deutoromycetes*, *Asco-mycetes*, *Zygomycetes*, *Basidiomycetes* и др. Самая многочисленная группа включает грибы из класса *Deutoromycetes*, родов *Aspergillus* и *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Scopulariopsis*, такие как: *Aspergillus fumigatus*, *A. terreus*, *A. niger*, *A. versicolor*, *A. flavus*, *A. luteus*, *Penicillium glaucum*, *P. chrisogenum*, *P. purpuro-genum*, *P. funiculosum*, *P. citronum*, *P. ochrochloron*, *P. rugulosum*, *Cladosporium sp.*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma sp.*, *Mucorace mo-sus*, *Mucor raminanus*, *Scopulariopsis breuicaulis* и др. [2].

Химические методы защиты от биодеструкции занимают ведущее место среди прочих методов и отличаются наибольшей эффективностью действия при защите материалов, изделий, сооружений и других объектов. Эти методы осуществляются с использованием веществ, получаемых преимущественно методами химического синтеза и называемых биоцидами или антисептиками, а по отношению к грибам — фунгицидами [2].

Одно из преимуществ биоцидов заключается в том, что они могут использоваться разными способами в зависимости от защищаемого объекта — введением в состав материала при его изготовлении, методом пропитки, а также нанесением на поверхность материалов и изделий, подверженных микробному поражению [4]. Защита материалов с помощью биоцидов представляет собой обширную по масштабам и сложную в решении проблему.

Одной из основных причин недостаточной эффективности борьбы с биодеструкцией, вызванной микробиотами, является адаптация микробиот к биоцидным средствам.

Приобретенная резистентность у микробиот может быть перекрестной и множественной. В перекрестной различают два типа: положительную, при которой появляется устойчивость к двум или нескольким веществам, и отрицательную, при которой повышение устойчивости к одному веществу сопровождается повышением чувствительности к другому. Оба типа обусловлены одним генетическим фактором [2].

В настоящее время выявлено много факторов адаптации грибов к фунгицидам, но даже полной деградацией ими потенциально ядовитых соединений. В качестве примера может быть деструкция грибами ртутных препаратов, хлорированных фенолов, нафталина. Возникающая при этом потеря эффективности обуславливает необходимость увеличения загрязнения среды и ставит задачу поиска новых фунгицидов [5].

Следующая причина неэффективности применяемых биоцидов заключается в том, что, как правило, в разрушении строительных материалов принимают участие сообщества

микроорганизмов. Причем, одни виды могут разрушать защитный слой, а другие – основной материал конструкции. В сообщества могут входить микроорганизмы, которые не принимают непосредственное участие в разрушении строительных материалов, но играют важную роль в жизнедеятельности сообщества и способствуют накоплению общей биомассы [6].

В любых не лабораторных условиях, включая и техногенную среду обитания жизнедеятельность микроорганизмов, в том числе и микромицетов протекает именно в сообществах. В них они проявляют несколько иные свойства, нежели при культивировании их в монокультуре, в искусственных условиях, в изоляции от других членов сообщества. Поэтому зачастую препараты, протестированные в лаборатории на культурах, вызывающих биодеструкцию, не действуют на те же культуры в естественной среде.

К настоящему времени имеется достаточно много исследований, подтверждающих факты повышенной выживаемости микроорганизмов в сообществах при воздействии на них доз биоцидных средств, определенных классическими методами на изолированных культурах [7].

Существующий регламент тестирования активности биоцидов в отношении биодеструкторов микромицетов не предполагает учета разницы свойств культур в сообществах и в монокультурах. Что, в конечном итоге, может приводить к неэффективности мероприятий по предупреждению биодеструкции, вызванной микромицетами.²

Цель исследования: разработка методики подбора биоцидных препаратов для ликвидации очагов биодеструкции, вызванной сообществом микромицетов.

Объект исследования: участки биодеструкции строительных материалов и конструкций; материал, полученный при проведении обследования: смывы, соскобы с поверхностей, пораженных микромицетами, выделенные и идентифицированные культуры микромицетов.

Проведение эксперимента и анализ полученных результатов

Исследования проводились в соответствии с методиками РВСН 20-01-2006 (ТСН-20-303-2006) «Защита строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды», принятые и введенные в действие распоряжением Комитета по строительству Правительством Санкт-Петербурга 6 января 2006 года.

При визуальном обследовании были выявлены участки биоповреждений, проведена их фотофиксация, определена степень биоповреждения: преимущественно отмечались III-IV степень. Причинами данного биоповреждения предположительно была определена массивированная глубокая биодеструкция, вызванная микромицетами.

При проведении микологического исследования проб указанных участков были получены следующие результаты:

1. По частоте встречаемости на первом месте стоят микромицеты рода *Chaetomium* sp. (5 из 7 участков) *Penicillium* sp. (4 из 7 участков), *Aspergillus* sp. (3 из

² Региональные временные строительные нормы "Защита строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды" (РВСН 20-01-2006 (ТСН 20-303-2006) (Приняты и введены в действие распоряжением Комитета по строительству Санкт-Петербурга от 27.03.2006 № 58).

7участков). Далее следуют *Phoma* sp. (1 из 7 участков), *Exophiala* sp. (1 из 7 участков). Также в исследуемых пробах на 1-ом из 7-ми участков встречались микромицеты родов *Acremonium* sp., *Aureobasidium* sp., *Verticillium* sp., *Rhodotorula* sp.

2. Количественная оценка проводилась путем подсчета колоний микромицетов в КОЕ (колониобразующих единицах) на единицы массы и объема исследуемых проб. В максимальной концентрации в соскобах встречались следующие микромицеты: *Penicillium* sp – 12000 КОЕ/г, *Chaetomium* sp. – 8000 КОЕ/г, *Phoma* sp – 3000 КОЕ/г, *Aspergillus* sp. – 800 КОЕ/г.
3. В максимальной концентрации в смывах встречались следующие микромицеты: *Penicillium* sp – 1800 КОЕ/1 кв.дм., *Aspergillus* sp. – 600 КОЕ/1 кв.дм., *Phoma* sp. – 500 КОЕ/1 кв.дм., *Chaetomium* sp. – 500 КОЕ/1 кв.дм.

В таблице 1 представлено распределение наиболее часто встречающихся микромицетов по участкам исследования.

Таблица 1

Микромицеты, встречающиеся в очагах биодеструкции (составлено авторами)

| № участка | Выделенные микромицеты |
|-----------|--|
| 1 | <i>Acremonium</i> sp. |
| 2 | <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp, <i>Chaetomium</i> sp. |
| 3 | <i>Chaetomium</i> sp. |
| 4 | <i>Penicillium</i> sp, <i>Chaetomium</i> sp., <i>Rhodotorula</i> sp. <i>Verticillium</i> sp. |
| 5 | <i>Aspergillus</i> sp., <i>Chaetomium</i> sp., <i>Phoma</i> sp. |
| 6 | <i>Exophiala</i> sp., <i>Penicillium</i> sp |
| 7 | <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp, <i>Chaetomium</i> sp. |

Таким образом, результаты исследования показали наличие выраженного биодеструктивного поражения микромицетами, находившимися преимущественно (в 5 из 7 случаях) – в сообществах.

Следует отметить, что при подборе биоцидных препаратов, при оценке их эффективности, а также при оценке биостойкости материалов, из которых выполнены конструкции, это обстоятельство не учитывается. Действующие нормативные документы регламентируют порядок определения выше названных характеристик биоцидного средства по отношению к отдельным выделенным штаммам микромицетов.

Целью наших дальнейших исследований было установить – имеются ли различия реакций на это средство микромицетов находящихся в монокультуре и в смешанном сообществе, а также предложить удобный, наглядный, наименее затратный, но в тоже время информативный метод определения чувствительности/устойчивости микромицетов к биоцидным препаратам.

За основу методики проведения эксперимента нами был взят широко известный метод дисков (диско-диффузионный метод) [8]. Этот метод является более простым, экономичным, чем метод серийных разведений, который является более точным. Однако для исследования чувствительности/устойчивости смеси культур метод серийных разведений менее пригоден, в том числе и с технической точки зрения. Диско-диффузионный метод используется в основном для бактериологических исследований как моно, так и смешанных культур. Мы считаем, что данный метод можно использовать и для аналогичных исследований в микологии, что является одной из задач настоящего эксперимента.

Следует отметить, что в доступных нам источниках информации, использование диско-диффузионного метода при оценке устойчивости/чувствительности микромицетов к биоцидным препаратам не приводится. Однако при бактериологических исследованиях он используется давно и в разных направлениях, наряду с методом серийных разведений. Так регламентированный подбор антибиотиков проводится именно методом дисков, который чаще всего называется методом стандартных дисков.

В то же время в микологических исследованиях описано использование метода дисков для оценки чувствительности/устойчивости микромицетов к лечебным препаратам. Описана методика приготовления дисков, приготовления культур, оценки полученных результатов.

За основу были взяты описанные исследования [9, 10] и модифицированы в соответствии с поставленными задачами.

Методика проведения опытов с использованием дисков заключалась в следующем. В чашки Петри, расположенные на строго горизонтальной поверхности, наливали 20 мл расплавленной среды, подсушивали 40-60 минут при комнатной температуре с приоткрытыми крышками, после чего на поверхность агара наносили одномиллиардную взвесь культуры микромицета, либо смесь нескольких монокультур, приготовленную на изотоническом растворе хлорида натрия смывом агаровой культуры. Чашки снова подсушивали 15-20 минут, затем на поверхность засеянной среды накладывали диски с биоцидным препаратом различной концентрации. В качестве биоцидного препарата был использован НГ хлор, который широко применяется для устранения биодеструкции строительных материалов и конструкций. Чашки в перевернутом виде инкубировали несколько суток до появления визуального роста при температуре 25-28°C. Зоны угнетения роста культур измеряли линейкой с точностью до 1мм, рассчитывали средние арифметические зон и их стандартные ошибки. При разработке методики определения чувствительности грибов к биоцидному препарату в различных концентрациях, диско-диффузионным методом использовали статистическую обработку экспериментальных данных по Стьюденту [11].

Для проведения эксперимента были приготовлены чашки Петри со средой Сабуро, взвеси культур микромицетов, диски с биоцидным препаратом из картона, применяемого для промышленного выпуска дисков с антибиотиками (ГОСТ 6722-75 «Картон фильтровальный технический. Технические условия» ПО «Кировбумпром»). Диски были пропитаны следующими концентрациями биоцидного препарата: 1 – рабочая концентрация; 2 – 1/2 рабочей концентрации; 3 – 1/5 рабочей концентрации; 4 – 1/10 рабочей концентрации; 5 – 1/50 рабочей концентрации; 6 – 1/100 рабочей концентрации для установления диапазона чувствительности/устойчивости исследуемых культур. Рабочая концентрация определялась по рекомендации производителя биоцидного препарата – 0,5% раствор. В качестве контроля чистоты эксперимента использовались диски с дистиллированной водой и контрольные чашки Петри со стерильным физиологическим раствором, наносимым вместо взвеси культуры микромицетов. В таблице 2 и на рисунках 1, 2 представлены результаты эксперимента.

Таблица 2

Зоны задержки роста, как показатели устойчивости микромицетов к биоцидному препарату (составлено авторами)

| Зоны задержки роста (мм) | | | | | | |
|--|--------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Концентрации биоцидного препарата | 1 раб. конц. | 1/2 раб. конц. | 1/5 раб. конц. | 1/10 раб. конц. | 1/50 раб. конц. | 1/100 раб. конц. |
| Aspergill sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Phoma sp | 6 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Chaetom sp. | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Aspergill sp., Phoma sp., Chaetom sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Penicil.sp | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Exophiala sp | 10 | 10 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| Exophiala sp., Penicil sp. | 10 | 7 | 6 | 6 | 6 | 0 |

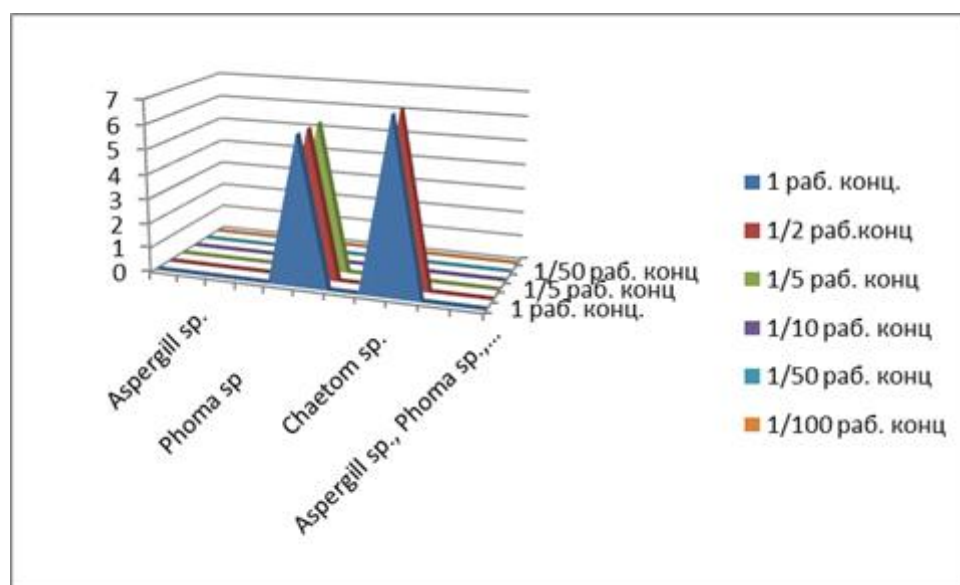


Рисунок 1. Зависимость устойчивости/чувствительности монокультур и сообществ микромицетов от различных концентраций биоцидного препарата (составлено авторами)

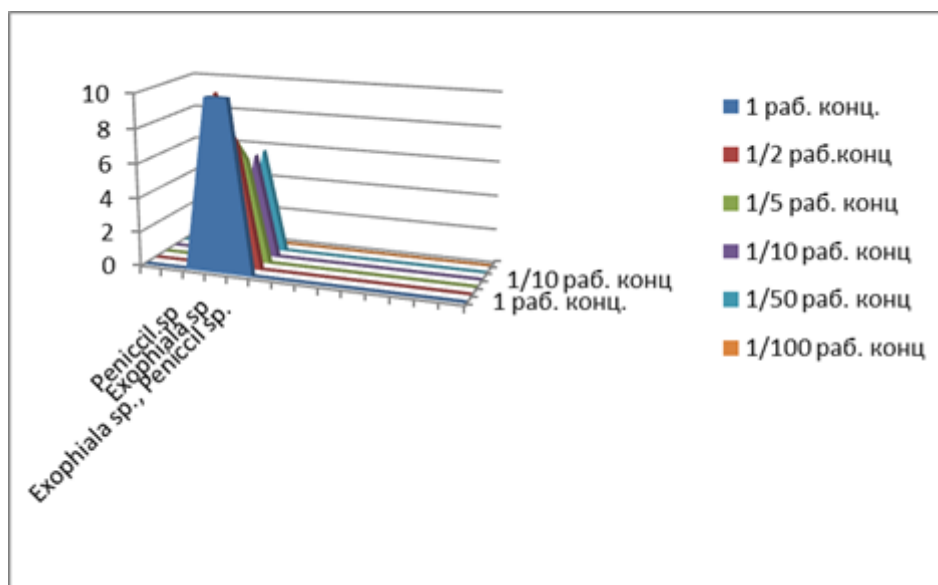


Рисунок 2. Зависимость устойчивости/чувствительности монокультур и сообществ микромицетов от различных концентраций биоцидного препарата (составлено авторами)

Количественная оценка полученных результатов проводится в соответствии с оценкой бактерицидной активности дезинфицирующих средств, заключающейся в подсчете числа выросших колоний для построения графика зависимости между зоной задержки роста бактерий и количеством выросших колоний после их взаимодействия с дезинфицирующими средствами, по графику, с использованием карты Шухарта, согласно ГОСТ 50779.42-99 «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта».

Проведенный эксперимент подтверждает предположение о вариации чувствительности/устойчивости культур микромицетов к биоцидным препаратам, связанной с моно или совместным сосуществованием. Причем в ряде случаев микромицеты в смеси могут проявлять большую чувствительность, а в ряде случаев – большую устойчивость.

Эти данные позволяют сделать вывод о необходимости исследования воздействия биоцидных препаратов при их подборе и определении доз, не только на отдельные виды микромицетов, полученные при обследовании биодеструкции, но и на их сообщества.

Заключение

Причиной распространения биодеструкции является наличие комплекса благоприятных условий для жизнедеятельности биодеструкторов технофилов. Микромицеты относятся к основным биодеструкторам, оказывающим негативное воздействие на здоровье людей, состояние конструкций, механизмов и прочего оборудования. Биоповреждения, вызываемые микромицетами, наносят значительный экономический ущерб во всех областях человеческой деятельности, оказывают негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Для устранения и предупреждения биодеструкции, вызванной микромицетами применяются регламентированные методики, преимущественно включающие химические и физические методы, а также механическую очистку поврежденных участков. При определении чувствительности микромицетов к биоцидным препаратам не учитываются их существование в микробном сообществе в среде обитания, что может являться причиной недостаточной эффективности этих препаратов. Микромицеты, вызывающие биодеструкцию проявляют вариации чувствительности/устойчивости в зависимости от развития в

монокультуре или в сообществе с другими культурами. Исследования чувствительности/устойчивости микромицетов к биоцидным препаратам можно осуществлять диско-диффузионным методом. Особенно это показано в случаях трудно устранимых биодеструктивных процессов, вызванных множественными смешанными сообществами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Редько А.А., Старцев С.А., Ахметзянов И.М. Биоповреждения зданий, сооружений и других материальных объектов как причина серьезных экономических потерь и возможного социального недовольства населения// Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Обзорная информация. ВИНТИ, 2005. Вып. 11.13 с.
2. Сухаревич В.И. и др. Защита от биоповреждений, вызываемых грибами/ В.И. Сухаревич, И.Л. Кузикова, Н.Г. Медведева. – СПб: ЭЛБИ-СПб, 2009. – 207 с.: ил.
3. Копытенкова О.И., Шилова Е.А., Сазонова А.М. Особенности биоповреждений подземных объектов и необходимой охраны труда//Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. – Вып. 6 (58). – 2014. - <http://ipb.mos.ru/ttb>.
4. Ерофеев В.Т. и др. Микробиологическое разрушение материалов/ В.Т. Ерофеев, В.Ф. Смирнов, Е.А. Морозов. - М.: Высшая школа, 2008. - 124 с.
5. Власов Д.Ю. и др. Микодеструкция строительных и отделочных материалов внутри помещений / Д.Ю. Власов, Ю.И. Рябушева, Е.В. Сафронова, С.А. Старцев, В.А. Крыленков // Проблемы медицинской микологии. 2006. Т.8, №2. С. 26.
6. Старцев С.А. Проблемы обследования строительных конструкций, имеющих признаки биоповреждений // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 7. С. 41-46.
7. Клеточные сообщества / Под ред. В.В. Теца. – СПб: СПбГМУ, 1998. – 221 с.
8. Медицинская микробиология // под ред. акад. В.И. Покровского и проф. О.К. Поздеева - М.: ГЕОТАР Медицина, 1998.
9. Посоюзных О.В., Катаева Л.В., Корначев А.С. Способ количественной оценки бактерицидной активности дезинфицирующих средств: пат. № 2510610 Российская Федерация. 2014. Бюл. № 10.
10. Тец Г.В., Тец В.В. Способ определения чувствительности микроорганизмов к антимикробным веществам: пат. № 2505813 Российская Федерация. 2014. Бюл. № 3.
11. Шилова Е.А., Сазонова А.М. Причины недостаточной эффективности использования биоцидных препаратов для борьбы с биодеструкцией, вызванной микромицетами///Техносферная и экологическая безопасность на транспорте: тезисы докладов Четвертой международной научно- практической конференции «Тэбтранс-2014». – СПб: Петербургский гос. ун-т путей сообщения Императора Александра I, 2014. С. 63-65.

Рецензент: Копытенкова Ольга Ивановна, профессор, д.м.н., ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Россия, Санкт-Петербург.

Shilova Ekaterina Albertovna
Petersburg State Transport University
Russia, St. Petersburg
E-mail: shilova.pgups@yandex.ru

Levanchuk Aleksandr Vladimirovich
Petersburg State Transport University
Russia, St. Petersburg
E-mail: tebpgups@rambler.ru

Sazonova Anna Mikhaylovna
Petersburg State Transport University
Russia, St. Petersburg
E-mail: amm_2005@mail.ru

Method of selection of biocides to control biodegradation caused micromycetes community

Abstract. Biodegradation of building materials and structures caused by micromycetes has a negative impact on the health of the contact persons, leads to economic losses, has a negative effect on the environment. Micromycetes are widely distributed on any objects (living quarters, working environment), so as the complex of favorable conditions for life activity of biodestructors technophile contributes to this. The most common way to eliminate and prevent the spread of centers of biodegradation is chemical method. However, the fight against biodegradation of building materials and structures using the biocidal preparations is not always effective. This may be due to different causes including differences between the properties of microorganisms of mono- and mixed cultures. This fact must be taken into account when selecting of biocidal preparations, because biodegradation is often caused by community of microorganisms that are not taken into account in the laboratory conditions. The proposed methodology for determining sensitivity / resistance of micromycetes communities extracted from the centers of biodegradation using the disk diffusion method differs simplicity, economy, sufficient informativity, to a certain extent allows to eliminate a number of reasons of the ineffectiveness of traditional methods of fighting, and also reduce the economic costs of its carrying.

Keywords: biodegradation; micromycetes; chemical methods; biocidal preparations; microbial communities; disk diffusion method; sensitivity / resistance to biocidal preparations.

REFERENCES

1. Red'ko A.A., Startsev S.A., Akhmetzyanov I.M. Biopovrezhdeniya zdaniy, sooruzheniy i drugikh material'nykh ob"ektov kak prichina ser'eznykh ekonomicheskikh poter' i vozmozhnogo sotsial'nogo nedovol'stva naseleniya// Problemy okruzhayushchey sredy i prirodnnykh resursov. Obzornaya informatsiya. VINITI, 2005. Vyp. 11.13 s.
2. Sukharevich V.I. i dr. Zashchita ot biopovrezhdeniy, vyzvaemykh gribami/ V.I. Sukharevich, I.L. Kuzikova, N.G. Medvedeva. – SPb: ELBI-SPb, 2009. – 207 s.: il.
3. Kopytenkova O.I., Shilova E.A., Sazonova A.M. Osobennosti biopovrezhdeniy podzemnykh ob"ektov i neobkhodimoy okhrany truda//Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti: Internet-zhurnal. – Vyp. 6 (58). – 2014. - <http://ipb.mos.ru/ttb>.
4. Erofeev V.T. i dr. Mikrobiologicheskoe razrushenie materialov/ V.T. Erofeev, V.F. Smirnov, E.A. Morozov. - M.: Vysshaya shkola, 2008. - 124 s.
5. Vlasov D.Yu. i dr. Mikodestruktsiya stroitel'nykh i odelochnykh materialov vnutri pomeshcheniy / D.Yu. Vlasov, Yu.I. Ryabusheva, E.V. Safronova, S.A. Startsev, V.A. Krylenkov // Problemy meditsinskoy mikologii. 2006. T.8, №2. S. 26.
6. Startsev S.A. Problemy obsledovaniya stroitel'nykh konstruksiy, imeyushchikh priznaki biopovrezhdeniy // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. 2010. № 7. S. 41-46.
7. Kletochnye soobshchestva / Pod red. V.V. Tetsa. – Spb: SPbGMU, 1998. – 221 s.
8. Meditsinskaya mikrobiologiya // pod red. akad. V.I. Pokrovskogo i prof. O.K. Pozdeeva - M.: GEOTAR Meditsina, 1998.
9. Posoyuznykh O.V., Kataeva L.V., Kornachev A.S. Sposob kolichestvennoy otsenki bakteritsidnoy aktivnosti dezinfitsiruyushchikh sredstv: pat. № 2510610 Rossiyskaya Federatsiya. 2014. Byul. № 10.
10. Tets G.V., Tets V.V. Sposob opredeleniya chuvstvitel'nosti mikroorganizmov k antimikrobnym veshchestvam: pat. № 2505813 Rossiyskaya Federatsiya. 2014. Byul. № 3.
11. Shilova E.A., Sazonova A.M. Prichiny nedostatochnoy effektivnosti ispol'zovaniya biotsidnykh preparatov dlya bor'by s biodestruktsiey, vyzvannoy mikromitsetami//Tekhnosfernaya i ekologicheskaya bezopasnost' na transporte: tezisy dokladov Chetvertoy mezhdunarodnoy nauchno- prakticheskoy konferentsii «Tebtrans-2014». – SPb: Peterburgskiy gos. un-t putey soobshcheniya Imperatora Aleksandra I, 2014. S. 63-65.