

Экология грибов и человека. Грибы экстремальных местообитаний и биодеструкторы

Modern fungal ecology. Fungi in extreme environments and fungal biodegradation

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МИКОБИОТЫ КАМЕНИСТОГО СУБСТРАТА С СООБЩЕСТВАМИ МИКРОМИЦЕТОВ ИЗ ДРУГИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

Богомолова Е. В., Кирцидели И. Ю., Коваленко А. Е.

Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург

Известно, что каменистый субстрат заселяется различными группами микроорганизмов, в том числе грибами. Поскольку это труднодоступное местообитание для гетеротрофов, на камне способны развиваться лишь стресс-толерантные виды грибов. Описаны несколько видов микромицетов, встречающихся только на камне, однако большинство других изолированных с камня видов известны также и как обитатели почвы или растений. Цель работы – определить источники формирования популяций литобионтных грибов на начальных стадиях колонизации камня. Сбор материала для годичного мониторинга колонизации камня литобионтными грибами проводился на мраморе и граните в парковой зоне Санкт-Петербурга. Изоляты выделяли в культуру ежемесячно методами прямого посева, мазков и отпечатков с пробных площадей, заложенных на фрагментах камня на начальной стадии биокolonизации. Одновременно отбирали пробы воздуха (пробоотборник Burkard), прилегающей почвы и с поверхности находящихся рядом растений. В ходе исследования микобиоты мрамора, гранита, воздуха, растений и почвы около пробных площадей было выявлено 66 видов микромицетов, относящихся к 34 родам и 3 подотделам, из них 16 типичных литобионтов. Сравнение микобиот изученных субстратов при помощи коэффициента Серенсена показало наибольшее сходство между видовыми списками мрамора и гранита (0.711) и наименьшее – между грибами в почве и воздухе (0.452). Эти данные говорят в пользу предположения о специфичности и определенной независимости сообществ литобионтных микромицетов. Тем не менее, в абсолютном выражении все коэффициенты достаточно высоки, что говорит о существенном сходстве микобиот и связанности всех исследованных субстратов. Исследование относительного обилия видов и их встречаемости в течение года показало, что для каждого из субстратов существует определенный набор видов, доминирующих по обилию и встречаемости, причем такой набор совпадает у мрамора и гранита, растений и почвы, и отличается для воздуха. Обнаружены сезонные и круглогодичные виды микромицетов. На всех субстратах доминирующим по обилию и встречаемости оказался вид *Cladosporium cladosporioides*. Оценка разнообразия и сезонной динамики видов на всех обследованных субстратах показала закономерные сезонные (летние) пики численности и разнообразия грибов (содержание спор в воздухе в летний период до 1825 КОЕ/м³, в осенние и зимние месяцы – 50 КОЕ/м³), однако установлено, что существует группа «внесезонных» видов, постоянно изолируемых с камня и из окружающих субстратов, среди которых доминирует вид *Cladosporium cladosporioides*. По обилию и встречаемости на каменистых субстратах доминировали *C. cladosporioides*, *Candida* sp., *Aureobasidium pullulans*, *Acremonium charticola*. Таким образом, впервые было показано, что микобиоты изученных субстратов (мрамор, гранит, растения, почва, воздух) в рамках отдельной пробной площади имеют достаточно высокое сходство, что подтверждает возможность транзита (или ротации) штаммов между ними. Полученные данные свидетельствуют в пользу того, что грибы на камне достаточно тесно связаны с микобиотой почв, вероятно, существует обмен штаммами между этими системами, а появление грибов на камне происходит посредством заноса из любых прилежащих субстратов, не обязательно каменистых.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем», Подпрограмма 2 «Эволюция гео-биологических систем».

МИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АНТАРКТИДЫ КАК ЕСТЕСТВЕННОЙ АСТРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ НА ЗЕМЛЕ

Василенко О. В.¹, Чигинева Н. И.², Фирсов С. Ю.¹, Кочкина Г. А.², Иванушкина Н. Е.², Спирина Е. В.³, Гиличинский Д. А.³, Озерская С. М.²

¹ **Институт медико-биологических проблем РАН**

² **Институт биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г. К. Скрыбина РАН**

³ **Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Москва**

Исследование жизнеспособности микроорганизмов, в том числе эукариотных, в условиях постоянных отрицательных температур предоставляет возможности не только для изучения способов их адаптации к экстремальным условиям среды обитания, но и для разработки методических подходов астробиологии. В частности, многолетнемерзлые отложения Антарктиды могут рассматриваться в качестве астробиологической модели Марса. Наиболее информативным и значимым подходом при изучении биоразнообразия микроскопических грибов является сочетание микробиологических и молекулярно-биологических методов.

Анализ таксономической структуры грибов проводился в рамках работ, поддержанных грантом РФФИ № 09-04-01251-а. Исследования проводились на образцах, отобранных 53-ей Российской Антарктической Экспедицией (2007/2008) в свободных ото льда оазисах в районах расположения российских станций Прогресс, Оазис Бангера, Русская и Беллинсгаузен по периметру прибрежной зоны Антарктического континента. Образцы различались глубиной залегания, возрастом, генезисом и температурным режимом вмещающих мерзлых пород.

Использование традиционных микробиологических методов при исследовании 18-ти образцов дало возможность выделить в чистую культуру светло- и темноокрашенные штаммы мицелиальных грибов, предположительно относящиеся к классу Ascomycetes.

Применение таксон-специфичных праймеров для анализа суммарной ДНК, выделенной из грунтовых проб, позволило уже на самых ранних этапах работы существенно дополнить данные о таксономическом разнообразии грибов в пробах мерзлого грунта. Так, только молекулярно-генетическими методами было показано присутствие в многолетнемерзлых отложениях грибов из классов Basidiomycetes и Chytridiomycetes, редко выделяющихся при посеве на стандартные питательные среды. Класс Zygomycetes оказался единственным из царства грибов, представители которого пока не обнаружены нами в исследуемых образцах ни микробиологическими, ни генетическими методами.

Распределение грибов в многолетнемерзлых отложениях неоднородно: в некоторых образцах они не обнаружены, в то время как другие характеризуются высоким разнообразием грибов (присутствуют представители трех классов: Ascomycetes, Basidiomycetes и Chytridiomycetes).

Помимо характеристики таксономического разнообразия мицелиальных грибов способных сохранять жизнеспособность при отрицательных температурах, целью работы является и разработка методических рекомендаций при проведении астробиологических исследований (оптимизация протоколов экстракции геномной ДНК из мерзлотных почв и реакций амплификаций, подбор праймеров и т. д.).

МИКРОМИЦЕТЫ НА ТЕКСТИЛЕ

Виноградова А. В. , Лебедева Е. В. , Зачиняева А. В.

Санкт-Петербургский торгово-экономический институт

Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН

Военно-медицинская академия, Санкт-Петербург

В современном мире в связи с широким развитием внешнеторговых связей и интеграцией производства мы сталкиваемся с текстилем, произведенным в различных областях земного шара, в том числе и в районах влажного тропического и субтропического климата, особенно благоприятных для развития значительного числа микроорганизмов, в том числе и микромицетов.

Целью настоящей работы явилось выделение и идентификация микромицетов синтетических швейных ниток (ШН), изготовленных в разных климатических зонах - в России (г. Санкт-Петербург) и Китае.

Исследовались швейные нитки одинакового волокнистого состава (100% полиэтилентерефталат), разных производителей: «Dor tak» (Тайвань), «Микрон» (Тайвань), «777» (Тайвань), а также отечественные нитки, изготовленные ОАО «Советская звезда» (Санкт-Петербург). Все образцы имели индивидуальную упаковку производителя, которая вскрывалась в момент постановки опыта.

Выделение микромицетов проводилось с исходных образцов швейных ниток, а также с образцов, выдержанных в течение 60 суток в условиях повышенной влажности воздуха около 90%, при температурах 15±2°C и 30±2°C.

Идентификация микромицетов проводилась с использованием определителей (Егорова Л. Н., 1986; Черепанова Н. П., 1989; Саттон, Фотергилл, Ринальди, 2001; Domsch, Gams, Anderson, 1980; Raper, Thom, 1949; Raper, Fennel, 1965).

С ниток выделено 14 видов микромицетов: *Aspergillus niger* Tiegh, *Aspergillus fumigatus* Link, *Aspergillus flavus* Fresenius, *Aspergillus ustus* (Bainier) Thom, *Aureobasidium pullulans* (d. By.) Arn., *Chaetomium globosum* Kunze, *Mucor plumbeus* Bonord, *Penicillium aurantiogriseum* Dierckx, *Penicillium funiculosum* Thom, *Penicillium notatum* Westling, *Rhizopus nigricans* Ehrenb, *Fusarium moniliforme* Scheld, *Ulocladium botrytis* Preuss, *Trichoderma koningii* Oudem.

Наибольшим видовым разнообразием микромицетов характеризуются швейные нитки, изготовленные в Тайване. С них выделены 13 видов микромицетов. Единственный вид, не обнаруженный на этих швейных нитках - *Trichoderma koningii*.

С российских ниток выделено 6 видов: *Aspergillus niger*, *Chaetomium globosum*, *Mucor plumbeus*, *Penicillium aurantiogriseum*, *Penicillium funiculosum*, *Trichoderma koningii*.

Наиболее встречаемыми видами микромицетов на полиэфирных швейных нитках независимо от страны-происхождения, отделки и температуры хранения являются: *Penicillium aurantiogriseum*, *Mucor plumbeus*. Эти виды были выделены практически со всех образцов.

Достаточно часто выделялись с исследуемых швейных ниток *Aspergillus niger* и *Chaetomium globosum*. Остальные виды встречались реже.

Все выделенные микромицеты являются условно-патогенными и могут представлять опасность для здоровья потребителей в случае наличия среди них патогенных штаммов.

Одним из признаков патогенности грибов является способность их роста при 37° С. Среди выделенных штаммов при 37° С отмечался активный рост у *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium funiculosum*, менее активный рост - у *Aspergillus ustus*.

С выделенными штаммами проводился тест на перфорацию ногтевых пластинок. Для всех исследуемых микромицетов отмечена способность роста на ногтевых пластинках в условиях повышенной влажности при отсутствии других источников углерода.

Таким образом, бытовой текстиль может представлять потенциальную опасность для потребителя, так как является носителем микромицетов, обладающих признаками патогенности. Использование швейных ниток отечественного производства, а вероятно и других текстильных материалов, более предпочтительно по нашему мнению по сравнению с текстилем, изготовленным в странах с тропическим и субтропическим климатом, в частности Тайване.

ПОТЕНЦИАЛЬНО ПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ В ПРЕСНЫХ ВОДОЕМАХ

Воронин Л. В.

Ярославский государственный педагогический университет имени К. Д. Ушинского

Потенциально патогенные грибы преимущественно развиваются в природных условиях как сапротрофы, но способны в определенных условиях вызывать заболевания человека и животных. Известно несколько сотен видов потенциально патогенных (оппортунистических) грибов. Основной средой их обитания является почва. Однако анализ литературных данных и результатов многолетних собственных исследований показал, что потенциально патогенные грибы широко распространены также в водоемах.

Первичные патогены, вызывающие заболевания у относительно здоровых людей, отмечаются в водоемах довольно редко. Так нами в планктоне р. Воркута в районе цемзавода летом 1994 г. было отмечено до 1520 тыс. клеток *Candida tropicalis* (Cast.) Berkh. в литре воды. Подобная интенсивность развития этого вида дрожжей была отмечена ранее в воде опасных зон Рыбинского водохранилища после аварийного сброса в 1987 г. концентрированных сточных вод коксохимического производства Череповецкого металлургического комбината.

В воде волжских водохранилищ неоднократно отмечались диаспоры различных видов рода *Aspergillus*, в том числе *A. niger*, *A. flavus*. Высокой частотой встречаемости характеризовались *Acremonium kiliense*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Alternaria altrrnata*, *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *Trichoderma koningii*, *T. viride* и другие. Эти же виды грибов выявлены в многочисленных малых озерах тундровой и лесной зон Восточной Европы (район Воркутинского промышленного узла, Карелия, Вологодская и Ярославская области, Эстония, Латвия).

Диаспоры терригенных грибов, в том числе потенциально патогенных, поступают в водоемы с дождевыми стоками, но особенно возрастает их численность при антропогенном эвтрофировании и поступлении в водоемы бытовых и промышленных сбросов.

Диаспоры терригенных грибов в водной среде могут существовать недолго и выпадать из состава микопланктона и микобентоса. Однако довольно большое их количество способно развиваться на различных субстратах в водоемах. Так они входят в число доминантов филопланы плейстофитов. Это в первую очередь представители родов *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Candida*. На погруженных в воду растительных остатках широко распространены также грибы родов *Fusarium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Alternaria*. Основу комплексов грибов в нормальной микобиоте рыб (на поверхности тела, жабрах, содержимом кишечника) составляют также терригенные микромицеты из родов *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Trichoderma* и другие. Для некоторых из них, в частности, для грибов рода *Cladosporium* экспериментально показано активное развитие в слизи на поверхности тела рыб.

ОСОБЕННОСТИ БИОДЕСТРУКЦИИ ДЕРЕВЯННЫХ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ

Глушко Н. И., Лисовская С. А., Паршаков В. Р., Халдеева Е. В.

Казанский НИИ эпидемиологии и микробиологии, Казань

Здания старой постройки, являющиеся памятниками истории и культуры, в современных городах нередко задействуются под различные цели, в том числе – служат мемориальными музеями, сохраняя, помимо памяти об исторических личностях, историю быта того времени. Сохранение таких зданий является нелегким делом, поскольку антропогенная нагрузка в современных условиях негативно сказывается на материалах, из которых они построены.

Дом-музей В. И. Ленина в городе Казани относится к числу таких исторических памятников. Дом был построен во второй половине XIX века, и представляет собой деревянное 2-х этажное здание с подвальными помещениями на каменном фундаменте. В 1967 году здание подвергалось реконструкции, при этом была пристроена кирпичная часть с подвалом.

Поводом для проведения обследования дома – музея послужила подготовка к ремонту. Изучение микрофлоры показало повсеместное распространение бактерий родов *Micrococcus* и *Pseudomonas* (до 10^4 КОЕ/см²). При этом был отмечен очаговый характер процессов биодеструкции (грибкового и бактериального происхождения), в отдельных точках исследуемого здания, преимущественно на цокольном этаже и в местах нарушения строительных конструкций (трещины, сколы, места замачивания).

Обследование исторической наружной части дома и чердачных помещений показало, что основные очаги биодеструкции связаны лишь с нижними венцами сруба, фундаментом и деревянной обшивкой кирпичной части, где отмечено значительное распространение биодеструкторов древесины – *Alternaria resedae*, *Acremoniella atra*, *Trichoderma viridae*, *Alternaria tenuis*.

Следует отметить, что ни в одной из проб древесины при специальном посеве домовые грибы не выявлялись. Это свидетельствует о высоком изначальном качестве древесины, и, возможно, проведении специальных обработок.

Исследование подвальной, современной, части внутри здания выявило, что фундамент и наружные поверхности стен подверглись интенсивному воздействию различных видов грибов-биодеструкторов, как разрушающих преимущественно древесину (*Trichoderma viride* и *Chaetomium globosum*), так и отмеченных как биодеструкторы неорганических материалов (кирпича, штукатурки) – *Acremoniella spp.*

В глубине стен первого и второго этажа (от 10-15 см) наблюдается обсеменение грибами рода *Penicillium*, что связано, по-видимому, с отделочными материалами, при этом очаги распространения грибов приурочены к местам механического повреждения – трещинам, сколам. На балках чердачных помещений, развитие биодеструкторов древесины (*Botriotrichum piluliterum*, *Acremonium murorum*, *Alternaria resedae*) выявлено только в левой части здания.

В подвальных помещениях и, в меньшей степени, на первом этаже обнаружено значительное количество условно-патогенных видов грибов (*Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*), а на поверхностях стен, обоях, деревянных деталях, в меньшем количестве, выявлены грибы рода *Alternaria*, в частности, *Alternaria resedae* и *Alternaria tenuis*.

Таким образом, обследование показало, что, в целом, микрофлора внутренних музейных комнат характерна для зданий старой постройки со значительной нагрузкой небольших помещений посетителями. Такие помещения нуждаются в постоянной корректировке как грибковой, так и бактериальной флоры в целях профилактики развития биодеструкции для сохранения исторического облика здания и санитарной безопасности для посетителей.

СТРУКТУРА МИКОБИОТЫ АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПОЛУОСТРОВА МУРАВЬЕВА-АМУРСКОГО (ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)

Егорова Л. Н., Ковалева Г. В.

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

П-ов Муравьева-Амурского, в южной части которого расположен город-порт Владивосток, находится под влиянием интенсивной хозяйственной деятельности человека. Самой значительной по площади функциональной зоной п-ова является рекреационная лесопарковая зона. Естественные хвойно-широколиственные леса сохранились на территории Ботанического сада-института ДВО РАН. Для исследованных почв, как естественных, так и антропогенно-нарушенных, характерно высокое содержание гумуса (21.6 - 8.5 %) и слабокислая реакция среды. В почве придорожной зоны и насыпных грунтах автотрассы значения pH приближаются к нейтральным или слабощелочным.

По результатам мониторинга почвенной микобиоты (2001-2006 гг) установлено, что численность микромицетов находится в прямой зависимости от увлажнения и имеет относительно невысокие значения: 93 - 40 тыс. КОЕ/г в верхних горизонтах. Весной и осенью снижение численности грибов вниз по профилю происходит равномерно, при этом осенью численность микромицетов в горизонте ВС выше, чем весной. Летом наблюдается небольшой подъем численности грибов в горизонте АВ и затем резкий спад в горизонте ВС. В насыпных грунтах автотрассы при сохранении общей тенденции снижения количества грибов в летний период, отмечается наибольшая их численность весной в слое 25 - 52 см.

За период исследования из почв полуострова выделено 114 видов грибов из 55 родов, в том числе из антропогенно-нарушенных – 99 видов из 50 родов. Таксономическая структура микобиоты представлена отделами *Zygomycota* (17 видов из 12 родов), *Ascomycota* (5 видов из 3 родов) и группой анаморфных грибов (74 вида из 33

родов *Hyphomycetes* и 3 вида из 2 родов *Coelomycetes*). Наиболее многовидовой род *Penicillium* включает 25 видов, род *Aspergillus* – 6, *Fusarium* – 5, *Mucor* – 4, *Chaetomium* и *Paecilomyces* – по 3 вида, *Acremonium*, *Cladosporium*, *Gliomastix*, *Myrothecium*, *Periconia*, *Trichoderma*, *Phoma*, *Umbelopsis*, *Mortierella* – по 2 вида, остальные 35 родов (70%) представлены 1 видом каждый.

К числу наиболее часто встречающихся видов в почвах лесопарковой зоны относятся *Penicillium aurantiogriseum*, *P. purpurogenum*, *P. chrysogenum*, *Aspergillus niger*, *A. fumigatus*, *Fusarium oxysporum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Trichoderma viride*, *Paecilomyces variotii*, *Acremonium rutilum*, *Coniothyrium fuckelii*, *Mucor hiemalis*.

В составе грибных комплексов придорожных почв преобладают по частоте встречаемости *Penicillium funiculosum*, *P. vulpinum*, *P. duclauxii*, *Aspergillus versicolor*, *Fusarium culmorum*, *Gliomastix murorum*, *Aureobasidium pullulans*, *Chaetomium globosum*, *Ulocladium botrytis*, *Myrothecium roridum*, *Phoma exigua*, *Mucor circinelloides*.

В насыпных грунтах автотрассы наиболее часты *Penicillium aurantiogriseum* var. *viridicatum*, *P. hirsutum*, *P. rugulosum*, *Acremonium furcatum*, *Botrytis cinerea*, *Gliomastix guttuliformis*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Stachybotrys chartarum*, *Phoma glomerata*, *Trichocladium asperum*, *Trichoderma hamatum*, *Mucor racemosus*, *Mycelia sterilia* (темноокрашенный).

Наиболее характерной чертой выявленной микобиоты является достаточно высокое родовое разнообразие анаморфных грибов и зигомикетов при малой видовой насыщенности родов, а также преобладание среди часто встречающихся видов рода *Penicillium* представителей подсекции *Asymmetrica-Fasciculata*.

СПОСОБНОСТЬ РЯДА ПОЧВЕННЫХ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ ВЗАИМОДЕЙСТВОВАТЬ С РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ И ТРАНСУРАНОВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ¹⁵²Eu и ²³⁹Pu

Жданова Н. Н.¹, Редчиц Т. И.¹, Желтоножский В. А.², Желтоножская М. В.², Садовников Л. В.²

¹Институт микробиологии НАН Украины, Киев

²Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев

Исследования выполнены с использованием «горячих» частиц, отобранных на полигоне в районе г. Семипалатинска (Казахстан), где проводились наземные испытания атомного и термоядерного оружия. В настоящий момент в почвах на территории этого полигона находится большое количество «горячих» частиц, образовавшихся в результате атомных и термоядерных взрывов, с активностью 100–200 Бк/г Eu-152, а также 10³ Pu-239 в «атомных» частицах и 10⁴ Pu-239 в «термоядерных» частицах. Концентрация ²³⁹Pu составляет – 1 мкг/г (в частицах, образовавшихся в результате атомного взрыва) и 10 мкг/г (в частицах, образовавшихся в результате термоядерного взрыва).

В процессе продолжительного контакта грибного мицелия с интактными или специальным образом измельченными «горячими» частицами в грибном мицелии обнаружен Eu-152. Сорбционная активность изученных видов грибов относительно этого изотопа в жидкой среде была выявлена впервые. Она не уступала или превышала таковую для ¹³⁷Cs. На агаризованной питательной среде сорбционная активность относительно ¹⁵²Eu снижалась, но постоянно присутствовала в грибном мицелии.

Влияние грибного мицелия на ²³⁹Pu анализировали по фотографиям поверхности полигонных частиц, сделанных с помощью сканирующего электронного микроскопа. Темные пятна на фотографиях соответствовали радиоактивным образованиям, основную активность которых составляли ²³⁹Pu и ²⁴¹Am. Каждая из фотографий была оцифрована и обработана с помощью CAD-программы, позволяющей определить площади поверхностных образований.

Установлено, что после 170–250 сут контакта с грибным мицелием более 50% радиоактивных поверхностных образований было переведено грибами в подвижную форму. Для термоядерных частиц это количество превысило 25%. Полученные экспериментальные данные нашли свое подтверждение в исследованиях М. Желтоножской по миграции трансураниевых элементов на территории Рыжего леса и в районе озера Глубокое.

Одним из объяснений интенсивной вертикальной миграции трансураниевых изотопов по почвенным разрезам может быть включение в этот процесс биологической компоненты, в частности грибного мицелия анаморфных и базидиальных грибов, постоянно присутствующих, особенно в верхних слоях почвенных горизонтов.

Предпринимаются попытки предварительной эколого-биологической оценки обнаруженного явления.

МИКРОМИЦЕТЫ В ВОЗДУХЕ ОБЪЕКТОВ РАЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. БАКУ И ШЕКИ)

Зейналлы К. С., Гахраманова Ф. Х., Джабраилзаде С. М., Алиева Ш. Т.

Бакинский Государственный Университет

Институт Микробиологии НАН Азербайджана, Баку

Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, Баку

НАКА МОП Азербайджанской Республики, Баку

Закономерности распространения сапротрофных микромицетов в антропогенных биотопах привлекают все большее внимание в связи с многообразием форм патологии, обусловленных микроскопическими грибами, постоянно присутствующими в среде обитания человека, в том числе и в воздухе помещений.

В связи с этим, целью данного исследования было изучение видового состава и численности микромицетов, обитающих в воздухе помещений различного назначения – жилых, административных, больничных. Всего было обследовано 40 помещений, 31 из которых находился в г. Баку, а остальные в г. Шеки. В объекты исследований входили: лаборатории и административные кабинеты различных учреждений (научно-исследовательских институтов, поликлиники и больницы), жилые квартиры, расположенные на первых этажах в кирпичных и каменных домах различных (до 10, до 50 и больше 50) лет постройки, строительные площадки и др. Отбор проб воздуха проводился в июле-августе 2008-2009 гг и для выявления микобиоты воздуха использовался метод седиментации спор. В проведенных исследованиях установлены средние значения концентрации спор грибов, в воздухе обследованных помещений, которые варьировали в пределах 35-321 КОЕ/м³ в строительных площадках, 12-264 КОЕ/м³ – в административных помещениях, 15-138 КОЕ/м³ – в жилых и 12-105 КОЕ/м³ – в больничных помещениях. Таксономическая структура выявленной микобиоты, представлена 48 видами из 16 родов, относящихся к трем классам: *Zygomycetes* – 2 (*Mucor* и *Rhizopus*) рода, 6 видов; *Ascomycetes* – 2 (*Candida* и *Chaetomium*) рода, 3 вида и *Hyphomycetes* – 12 (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Hemicola*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Sporotrichum*, *Stachybotrus*, *Trichoderma*.) родов, 39 видов. Анализ видового состава выявленной микобиоты показал, что из 48 видов грибов, обнаруженных в воздухе обследованных помещений, только 8 видов являются общими для помещений всех типов в обоих городах и характеризуются наиболее высокими показателями частоты встречаемости: *Alternaria alternata* (частота встречаемости в различных помещениях находится в пределах 3, 6-12, 2%), *Aspergillus fumigatus* (4, 6-14, 2%), *A. niger* (7, 5-17, 8%), *Mucor mucedo* (7, 9-12, 3%), *Penicillium chrysogenum* (8, 4-11, 5%), *P. variable* (3, 4-12, 1%), *Cladosporium herbarum* (1, 2-10, 6%) и *Trichoderma lignorum* (2, 3-7, 6%). Таким образом, в воздухе помещений различного назначения формируется достаточно своеобразная микобиота с общим доминирующим комплексом грибов, состоящим из шестерых родов мицелиальных грибов – *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Penicillium* и *Trichoderma*. Представители класса *Ascomycetes* обнаружены только в воздухе административных помещений и строительных площадок. Надо отметить, что все обнаруженные грибы, которые входят в микобиоту исследованных помещений, являются обычными обитателями почвы, а также контаминантами пищевых продуктов и биодеградаторами самых разнообразных материалов, имеющих в окружающей среде. В то же время, многие из них (например, *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, *Cl. herbarum*, *P. variotii*, *P. chrysogenum*, *St. chartarum* и др.) принадлежат к оппортунистическим грибам, которые вызывают различного рода микотические заболевания как эндогенного, так и экзогенного характера. Обитая в воздухе помещений, они служат потенциально опасным источником инфекции и могут быть использованы для прогноза заболеваний, вызванных микроскопическими грибами.

МИКРОМИЦЕТЫ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ТЕРЕХОЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЫ (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)

Иванова А. Е., Сахаров Д. С.

Факультет почвоведения МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва

Получены впервые данные по составу, некоторым закономерностям распределения и формирования сообществ микроскопических грибов в мерзлотных почвах Терехольской котловины – одного из наименее исследованных районов республики Тыва и Южной Сибири в целом.

Для почв котловины (черноземов, солонцов) были характерны высокие показатели численности и биоразнообразия грибов, постоянно присутствовали представители рода *Penicillium*, выделялись типичные для лугово-степных почв виды родов *Absidia*, *Acremonium*, *Chaetomium*, *Clonostachys*, *Fusarium*, *Mucor*, *Phialophora*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma*, с глубиной возрастала численность изолятов вида *Geomyces pannorum* (Link) Sigler & J. W. Carmich. (>60%). В погребенных котловинных почвах общее разнообразие уменьшалось, присутствовали обильно представители рода *Geomyces*, а также родов *Fusarium*, *Trichoderma*, *Paecilomyces*.

В ряду формирования островных почв от гитии до почв с развитым профилем отмечено возрастание разнообразия в сторону преобладания характерных для травянистых луговых растительных ассоциаций почвенных грибов родов *Absidia*, *Acremonium*, *Aphanocladium*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Phoma*, *Trichoderma*, при абсолютном доминировании по встречаемости и относительному обилию вида *G. pannorum*. На особенности микобиоты погребенных островных почв влияло и погребение и криоконсервация, при крайне низкой численности выявлены сходные по составу с поверхностными сообщества микроскопических грибов, среди которых были обнаружены редкие для региона грибы, типично обитающие в живой древесине, например, представители рода *Leptographium*.

В слое над куполом многолетнемерзлотных пород в котловинных и в островных почвах установлен эффект накопления численности и разнообразия микроскопических грибов, отмечено возрастание доли грибов рода *Trichoderma*, выявлено присутствие стерильного мицелия.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 09-04-01742.

ВЛИЯНИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ НА СТЕПЕНЬ СОХРАННОСТИ МАТЕРИАЛОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В РЕСТАВРАЦИИ

Кирцидели И. Ю., Кленова О. Ю., Пашковская Т. В., Саватеева Е. М.
Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН
Государственный Русский музей, Санкт-Петербург

В связи с расширением использования материалов применяемых в реставрации встает вопрос о биостойкости современных материалов от биоповреждений в течение длительного времени. Данная работа посвящена исследованию материалов, используемых в реставрации, при поражении микроскопическими грибами.

В работе исследовались материалы:

- 1) воск не отбеленный
- 2) воск отбеленный
- 3) супер отбеленный пунический воск
- 4) энкаустическая темпера
- 5) смола Даммара
- 6) основа под воск (воск + масло льняное + смола Дамара)
- 7) льняное масло
- 8) белила

Для лабораторных исследований были использованы культуры микроскопических грибов, выделенные ранее с поверхностных и глубинных слоев экспонатов *Chaetomium globosum* Kunze, *Ulocladium consortiale* (Thym.) E. G. Simmons, *Trichoderma viride* Pers., *Aspergillus flavus* Link. Исследовалось воздействие культур этих грибов на материалы по отдельности.

Подготовленные образцы материалов (нанесенные на предметные стекла) инокулировали 10 мкл суспензии спор соответствующих микромицетов (в концентрации 10^{7-8} клеток/мл) и помещали во влажную камеру при комнатной температуре и естественном освещении. После истечения срока инкубирования визуально оценивали степень биоповреждения образцов грибами. Результат выражали в баллах в соответствии со следующей шкалой: 0 – нет прорастания спор; 1 – споры проросли, есть мицелий, видимый под микроскопом; 2 – есть видимый невооруженным глазом мицелий, он занимает менее 25% площади образца; 3 – есть мицелий и спороношение, обрастание занимает 25% площади образца; 4 – обрастание более 25% площади образца. Влияние микромицетов оценивалось через 2 недели, 8 недель, 16 недель.

Проведенные эксперименты показали, что практически все исследованные материалы могут в той или иной степени подвергаться микоповреждению, исключение составляет только смола Даммара. Наибольшую степень биоповреждений можно было отметить для воска не отбеленного, далее материалы по степени убывания чувствительности к микодеструкции можно расположить следующим образом: воск отбеленный > супер отбеленный пунический воск и льняное масло > основа под воск, белила, энкаустическая темпера > смола Даммара.

Некоторые материалы чувствительны к одним грибам и устойчивы к другим, как, например, энкаустическая темпера – чувствительна к *Aspergillus* и *Trichoderma*, но устойчива к повреждению *Chaetomium* и *Ulocladium*.

Изучение воздействия культуральных фильтратов тестовых штаммов на образцы материалов показало, что присутствующие в фильтрах вторичные метаболиты таких видов, как *Ulocladium* и *Aspergillus* могут приводить к изменению окраски материалов, что может быть существенно для живописных произведений. Существенного воздействия культуральных жидкостей на структуру материала не отмечено.

РАЗНООБРАЗИЕ И ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРОМИЦЕТОВ ИЗ ГРУНТОВ АНТАРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

Кирцидели И. Ю., Власов Д. Ю., Абакумов Е. В.
Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург
Санкт-Петербургский государственный университет

Исследование биоты Антарктиды дает наглядное представление о путях формирования, норме реакции, адаптации и жизнедеятельности организмов экстремальных местообитаний. Данная работа посвящена анализу комплексов микроскопических грибов в различных регионах Антарктиды и исследованию широты ферментативных спектров изолятов различных видов.

В работе рассматриваются данные, полученные при исследовании микромицетов из грунтов и первичных почв 7 районов Антарктиды, где располагаются российские полярные станции. В общей сложности изолировано 439 изолятов, относящиеся к 23 видам из 12 родов микромицетов. Большая часть изолятов представлена микромицетами рода *Geomyces*, *Thelebolus*, *Antarctomices* и *Phoma*.

Показано, что экстремальные условия, способствующие снижению численности пропагул микромицетов и бедности видового состава в грунтах и субстратах, приводят к нивелированию различий в видовом составе комплексов микромицетов различных местообитаний. В то же время, даже незначительные различия во внешних

факторах при общих экстремальных условиях могут приводить к существенному изменению в структуре комплексов микромицетов. Установлено преобладание психротрофных форм микромицетов, которые составляют 76% изолятов, доля психрофилов составляет 16%, а мезофилов ? 8%.

Выживание организмов под действием ряда стрессовых факторов, таких как избыточная инсоляция, сухость, перепады температур, недостаток питательных веществ, высокая концентрация минеральных компонентов может приводить к возникновению и отбору штаммов с высоким адаптивным потенциалом неспецифического характера. Одним из основных факторов адаптации к экстремальным условиям существования может быть образование вторичных метаболитов и проявление широкого спектра экзоферментной активности микромицетов, которая и была исследована в лабораторных экспериментах.

Наличие неспецифических фосфолипаз было отмечено у 89% исследованных изолятов, гемолитическую активность проявили 39% изолятов, альбуминазную ? 29%, целлюлозолитическую ? 75%, каталазную ? 57% изолятов. Лигнинолитическая активность была зафиксирована только у одного изолята. Способность к кислотообразованию отмечена у 68 % изолятов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что комплексы микромицетов в грунтах различных районов Антарктики обладают широким спектром неспецифических экзоферментов, что может быть рассмотрено, как один из аспектов адаптационной способности микромицетов к экстремальным местообитаниям.

Физиологические профили (ферментативная активность) и отношение к температурному фактору изолятов одного вида могут заметно варьировать. Комплексы микромицетов в грунтах исследованных районов составляют виды, представленные изолятами с различными физиологическими и биохимическими свойствами. Этот факт, вероятно, указывает на длительность периода адаптации микромицетов к условиям существования в Антарктике.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА МИКРОМИЦЕТЫ ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНОВ

Кирцидели И. Ю., Парфенов В. А., Чепурных Е. П., Геращенко А. Н.

Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

Хорошо известно, что электромагнитное излучение, в том числе солнечная радиация, обладает потенциальной способностью оказывать на живые организмы разрушительное воздействие. В частности, под действием коротковолнового света и ультрафиолетового (УФ) излучения у микроорганизмов отмечается мутагенный и даже летальный эффекты, чье губительное воздействие на микроорганизмы широко применяется в практических целях. При этом наибольшей биологической активностью в естественных природных условиях обладают УФ лучи, которые поглощаются биомолекулами и оказывают губительное воздействие на микроорганизмы.

Вместе с тем следует ожидать, что соотношение между чувствительностью и резистентностью к облучению неодинаково у разных организмов; и действительно, среди различных видов наблюдается исключительное разнообразие по степени их резистентности к летальному и мутагенному действию облучения. В естественных ценозах такое разнообразие создает возможности для формирования комплексов микроорганизмов, в частности микроскопических грибов, резистентных к высокой дозе УФ.

Диапазон доз облучения, которому микроорганизмы могут подвергаться эпизодически или постоянно, значительно варьируется в различных местообитаниях. По мнению ряда авторов, высокая доза УФ в биоценозах высокогорий приводит к увеличению доли темноокрашенных микромицетов, устойчивых к УФ воздействию за счет пигмента меланина. В то же время, воздействие УФ в высоких широтах, в частности в Антарктиде, не приводит к данному эффекту, хотя из-за истощения озонового слоя уровень поверхностной УФ-радиации здесь значительно выше, чем в других районах земного шара. Очевидно, что наибольший эффект будет замечен в полярных регионах при появлении так называемых озоновых дыр. Нами было исследовано воздействие УФ-излучения на мицелий микроскопических грибов, выделенных из высоких широт. В экспериментах были использованы культуры микромицетов *Thelebolus microsporus*, *Phoma sp.*, *Geomyces pannorum* и *Geomyces vinaceus*. Культуры микромицетов высевались точечными уколами на стандартные агаризированные среды (КМА и среда Чапек), после чего инкубировались в течении 1 суток при температуре 10 С (для прорастивания спор и развития вегетативного мицелия). Затем культуры подвергались воздействию УФ облучения (в качестве источника УФ-лучей использовалась ртутная дуговая лампа ДРТ-250), а затем вновь инкубировались при той же температуре в течении 10-20 суток. Показано, что дозы облучения вплоть до 4, 2·10⁶ Дж/см² не оказывали летального воздействия на микроскопические грибы. Однако было отмечено, что такие дозы влияют на длительность лаг фазы и сроки образования спороношения микромицетов. Задержка лаг фазы была наиболее длительная у микромицетов *Geomyces pannorum* и *Geomyces vinaceus*. Кроме того, у микромицетов *Phoma sp.* отмечено ускорение процесса образования пикнид под действием УФ излучения.

РЕАКЦИЯ ГРИБА *TRICHODERMA VIRIDE* НА ПЕСТИЦИДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ**Колупаев А. В., Широких А. А., Широких И. Г.****Лаборатория биомониторинга Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, Киров**

Перспективным направлением в биоиндикации и биотестировании природных сред и объектов является разработка методов, основанных на морфологических и кинетических реакциях микромицетов: оценке биоморфологической структуры популяций, определении биомассы, измерении скорости радиального роста колоний (Терехова, 2007). Одним из перспективных объектов таких исследований являются грибы рода *Trichoderma* (Lucatero et al., 2004; Савельева и др., 2008).

Целью нашей работы являлось изучение реакции гриба *Trichoderma viride* на различные концентрации симазина. Объектом исследования служили природные изоляты *T. viride* из дерново-подзолистых почв (гумус 1, 5-2, 3%, рН_{KCl} 4, 1-5, 9), отобранных в окрестности Кильмезского полигона захоронения пестицидов (Кировская область), на расстоянии 0, 7; 1, 5; 2 км от объекта и с фоновой территории (5 км).

В результате химического анализа почв было выявлено, что во всех трёх точках мониторинга содержание симазина не превышало 0, 001-0, 002 мкг/г (0, 01 ПДК), ТМТД – 0, 02-0, 04 мкг/г (0, 33-0, 66 ОДК). Было выявлено, что в комплексах почвенных микромицетов доминирующее положение занимали представители рода *Trichoderma*. С наибольшей частотой встречался вид *Trichoderma viride*. В модельном опыте было определено, что все штаммы данного гриба обладают вегетативной несовместимостью, что может свидетельствовать об их генетической разнокачественности (Дьяков, 2008). Изучение морфобиологических свойств изолятов показало, что спороношение у штамма, изолированного из наиболее удаленной от объекта точки, наступала на 2-5 суток раньше, чем у других. При исследованиях кинетических характеристик было определено, что значение радиальной скорости роста колоний у изолята *T. viride* ($Kr=1,9 \pm 0,04$ мм/ч), выделенного из почвы в наиболее удалённой от объекта точке, в три раза превышала скорость роста изолята, выделенного из ближайшей к объекту точки ($Kr=0,65 \pm 0,11$ мм/ч). А скорость роста изолята, полученного из почвы второй от объекта точки имела промежуточное значение ($Kr=1,5 \pm 0,15$ мм/ч) и существенно не отличалась от скорости роста изолята, выделенного с фонового участка ($Kr=1,6 \pm 1,15$ мм/ч). Полученные данные свидетельствуют о кинетической разнокачественности колоний этого вида, обусловленной, возможно, воздействием пестицидного загрязнения (Colla, 2008).

В дальнейшем для постановки модельных экспериментов использовали изолят с максимальной скоростью роста *T. viride* S11. Наблюдали за изменениями в биоморфологической структуре *T. viride* S11 при росте в жидкой питательной среде Чапека с добавлением 0, 1; 0, 2, 0, 4, 1 и 2 мкг/мл симазина, что соответствует 0, 5; 1; 2, 5, 10 ПДК для почвы. На седьмые сутки инкубации методом хроматомасс-спектрометрии (Shimadzu GCMS-QP2010 Plus EI, Япония) определяли остаточную концентрацию симазина в аликвоте культуральной жидкости каждого из варианта опыта. Биомассу определяли на 1, 3, 7 сутки инкубации гравиметрически после фильтрования через фильтр обеззоленный «синяя лента» и высушивания до воздушно-сухого состояния. В результате было установлено, что степень разложения пестицида составила 100; 60, 7; 70, 0; 82, 9 и 86, 3% соответственно в вариантах 0, 5; 1; 2, 5, 10 ПДК. Погрешность измерения не превышала 2, 0%. Средняя скорость роста биомассы в вариантах с симaziном была в 5 раз меньше по сравнению с контролем. Метод микроскопии позволил выявить характерную биоморфологическую реакцию гриба на возрастание в среде концентрации симазина, заключающуюся в формировании мицелиальных конгломератов различной плотности. Полученные данные дают основание считать, что данный штамм *T. viride* обладает биодиагностическим потенциалом в отношении выявления пестицидного загрязнения.

БИОДЕГРАДАЦИЯ ТМТД И СИМАЗИНА МИКРОБНЫМИ АССОЦИАЦИЯМИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**Колупаев А. В., Широких А. А., Широких И. Г.****Лаборатория биомониторинга Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, Киров**

Целью исследования являлось сравнительное изучение способности к биодеструкции ТМТД и симазина бактериальной ассоциацией (шт. ВАС 8 S1, ВАС 11 S2, ВАС 15 S2 и ВАС 20 S2), ассоциацией микромицетов (шт. *Mycelia sterilia* T 11, *Trichoderma viride* S 11, *Mycelia sterilia* S 22) и смешанной ассоциацией, включающей все перечисленные выше штаммы, выделенные из почвенных образцов, отобранных в окрестностях Кильмезского полигона захоронения ядохимикатов (Кировская обл.), методом периодического культивирования с увеличением концентрации селективных агентов в виде ТМТД (с 3. 0 до 21. 0 мкг/мл) и симазина (с 10. 0 до 70. 0 мкг/мл).

Культивирование бактериальных (В), грибных (Г) и смешанных (В+Г) ассоциаций проводили в жидкой среде Чапека (рН 5, 0) с использованием в качестве источника углерода ТМТД и симазина в концентрациях 0, 2 и 0, 4 мг/мл, соответственно. Контролем служили аналогичные варианты ассоциаций, выращенные на среде с глюкозой в концентрации 0, 17 мг/мл. Инкубацию проводили в качалочной культуре при температуре 27°C. Концентрацию пестицидов в культуральной жидкости определяли на 3, 7 и 14 сутки: симазина - при помощи хроматомасс-спектрометра GCMS-QP2010 Plus EI, Shimadzu (Япония), ТМТД – спектрофотометрически методом,

описанном в (Sharma et al., 2003). Биомассу клеток микроорганизмов в различных ассоциациях определяли гравиметрически после фильтрования через фильтр Владипор МФА-МА и высушивания.

Выявлено, что все экспериментальные ассоциации микроорганизмов были в разной степени способны к биодеградации ТМТД и симазина. В процессе роста культур на средах с пестицидами значение рН культуральной жидкости изменялось до 5.4 – 5.7, тогда как в контроле рН составило 6.0–6.5 ед. Продолжительность деструкции симазина и ТМТД исследуемыми микробными ассоциациями заметно различалась. Полная деструкция симазина бактериальной ассоциацией (В) была отмечена уже на 3 сутки, тогда как грибной (F) и смешанной (F+V) – на 7 сутки от начала культивирования. Полная деструкция ТМТД ни в одном из вариантов опыта за период наблюдений не достигнута. На 3 сутки инкубации в варианте «В» степень разложения составила 40,9%, а для вариантов «F+V» и «F» эти значения оказались ниже в 2, 3 и 3, 5 раза соответственно. На 14 сутки инкубации максимальная степень деструкции ТМТД составила 67,2% в варианте «В» и по 60% – в вариантах «F» и «F+V».

Одним из важных показателей оценки процесса является изменение биомассы микроорганизмов-деструкторов (Sniegowski et al., 2009). Исследование данного параметра во всех вариантах опыта выявило тенденцию к увеличению биомассы в ряду ассоциаций «В» < «F» < «F+V». Бактериальная ассоциация проявила наибольшую чувствительность к замене ТМТД и симазинем глюкозы, как единственного источника углерода (контроль). Так, было отмечено снижение значения биомассы клеток бактерий в 5-8 раз по сравнению с контролем. В присутствии того и другого пестицидов также наблюдали снижение биомассы микромицетов (вариант «F») в 3 раза по сравнению с контролем. Для смешанной ассоциации («F+V») значение данного показателя в присутствии симазина достоверно не отличалось от контрольного. В присутствии ТМТД смешанная ассоциация уступала контролю по биомассе в 3 раза.

Таким образом, целесообразно для ремедиации почв, загрязненных ТМТД и симазинем, использовать, в первую очередь, бактериальные ассоциации. В естественных условиях необходимо также учитывать возможность возникновения конкурентных и антагонистических отношений с аборигенной микобиотой, которые могут снижать темпы биодеградации пестицидов в почве.

БИОПЛЕНКА НА СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ

Кондратюк Т. А.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев

Исследования, связанные с изучением биопленки, проводятся в разных направлениях, охватывающих различные сферы деятельности человека. Много внимания уделяется изучению структуры биопленки, ее формированию и развитию, создаются концептуальные, описательные и математические модели. Значительные успехи и результаты достигнуты при изучении биопленки, под влиянием которой находятся большое количество важных инженерных систем, в частности, биопленки, формирующейся на материалах подземных сооружений (металлах и полимерных покрытиях) [Андреюк, Козлова, Коптева и др., 2005]. В формировании таких биопленок участвуют разные микроорганизмы (бактерии, актиномицеты, дрожжи, микромицеты), однако главная роль при этом принадлежит бактериям различных систематических групп. Доказано, что объем биопленки главным образом формируется из смеси внеклеточных полимерных соединений (экзополисахаридов), которые присущи входящим в ее состав микроорганизмам. В последнее время, появились также публикации, связанные и изучением биопленок, в образовании которых основная роль принадлежит микроскопическим грибам.

Целью нашей работы было определение состава микроорганизмов, которые формируют визуально хорошо заметные налеты на полимерных синтетических материалах в условиях повышенной влажности помещений. В работе использовали методы накопительной культуры, сухой иглы, отпечатков и смыва; твердые и жидкие питательные среды.

В результате проведенных исследований установлено, что в условиях конденсационного увлажнения на резиновых прокладках стеклопакетов металлопластиковых окон образовались налеты оливкового и темно-серого (почти черного) цвета. Указанные налеты сформированы комплексом микроскопических грибов *Amorphoteca resine* Parbery, *Aspergillus niger var niger* Tieg., *A. ochraceus* G. Wilh., *Aureobasidium pullulans var. pullulans* (de Bary) Arnaud, *Penicillium aurantiogriseum* Dierckx. Преобладали в комплексе *A. resine* и *A. pullulans*, которые, несомненно, заслуживают особого внимания, в частности, *A. pullulans*, известный способностью к дрожжеподобному росту и синтезу экзополисахаридов.

Установлено, что в условиях повышенной относительной влажности воздуха, а также постоянного конденсационного увлажнения и поступления воды, на поверхности акриловых и силиконовых герметиков, на резиновых масажерах, использующихся в помещениях с ваннами и душевыми кабинами, могут формироваться налеты в основном черного цвета, плотной консистенции. В составе этих налетов выявлены разнообразные микроорганизмы – мицелиальные и дрожжеподобные грибы, а также значительное количество слизеобразующих бактерий. Обращает на себя внимание факт полного отсутствия в данном комплексе грибов рода *Aspergillus*. Среди грибов преобладали мицелиальные темнопигментированные (*Ulocladium botrytis* Preuss, *Cladosporium cladosporioides* (Fresen) G. A. de Vries, *C. shaerospermum* Penz. и др.), дрожжеподобные (*A. pullulans var. pullulans*, *Rhodotorula sp.*) и неидентифицированные черные дрожжи. Таким образом, полученные результаты дают полное основание констатировать факт формирования биопленки на исследованных полимерных материалах в условиях повышенной влажности помещений.

Проведенные в дальнейшем исследования на грибостойкость по ГОСТ 9. 049-91 с использованием 7-ми видов различных материалов (герметиков, клеев, красок), содержащих полиакрилы, силиконы и синтетический каучук, показали следующее. При использовании тест-культур грибов в соответствии с ГОСТ 9. 049-91 формирования биопленки на указанных материалах не наблюдали. Образование биопленки происходило в условиях эксперимента только с использованием в качестве тест-культур комплексов микроорганизмов, выделенных с поврежденных полимерных материалов.

КОМПЛЕКСЫ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОДЗОЛОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА ГАЗОВЫМ КОНДЕНСАТОМ (В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ОПЫТА)

Корнейкова М. В.¹, Лебедева Е. В.²

¹**Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты**

²**Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург**

Освоение шельфа Баренцева моря и развитие нефтегазового сектора экономики Мурманской области ставит проблему изучения загрязнения наземных экосистем Кольского полуострова нефтепродуктами в разряд актуальных. Микроскопические грибы обладают важными средорегулирующими функциями в почве и участвуют в процессах деградации нефтепродуктов.

Цель данной работы - изучение влияния загрязнения почвы газовым конденсатом на комплексы микроскопических грибов в условиях полевых модельных опытов. Исследуемая почва – Al-Fe гумусовый окультуренный и целинный подзол. Газовый конденсат стабильный СТО 73157577-01-2006 (ГК) вносили в почву в концентрации 3 л/м³. Контролем служила почва без внесения ГК. Выделение микромицетов проводили по общепринятой методике на плотных средах сусло и Чапека, идентификацию видов – по соответствующим определителям.

Вследствие внесения ГК численность микроскопических грибов в целинных почвах снизилась относительно контроля через сутки ($t=2.66$ при $\alpha=0.05$) в 2 раза. В дальнейшем достоверных различий в численности грибов между этими вариантами не выявлено. В окультуренной почве снижение численности грибов было отмечено на пятые сутки ($t=2.28$ при $\alpha=0.05$) также почти в 2 раза. К концу вегетационного периода (спустя 80 суток) численность грибов увеличилась в окультуренной почве в 2 раза, в целинной - в 3-4 раза.

Количество выделенных видов грибов при загрязнении ГК практически не изменилось: в варианте с целинной почвой было выделено 17 видов, в окультуренной - 14, по сравнению с контролем - 15 и 16 видов соответственно. По систематической принадлежности во всех вариантах опыта грибы относились к 4 порядкам, 4 классам и 2 отделам. Разница была отмечена лишь на уровне семейств, причем наибольшее разнообразие было выявлено в контроле для обоих типов почв.

Сходство видового состава комплексов микроскопических грибов в контроле и варианте с ГК для целинной почвы составило 80%, для окультуренной - 60%.

Отмечены изменения в структуре комплексов микромицетов исследуемых почв. По значениям пространственной частоты встречаемости видов в контроле в целинной почве доминировали *Umbelopsis isabellina* (Oudem.) W. Gams, *Trichoderma koningii* Oudem., в варианте с ГК - *Penicillium spinulosum* Thom, *P. trzebinskii* var. *trzebinskii* K. M. Zalesky, *Ulocladium consortiale* (Thum.) E. G. Simmons; в окультуренной почве в контроле - *T. viride* Pers., в варианте с ГК - *P. canescens* Sopp, *P. ochrochloron* Biourge и *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill.

Отмечено увеличение доли условно патогенных грибов (УПГ) при загрязнении ГК в обоих типах почв. Доля УПГ в окультуренной почве была выше, чем в целинной в полтора раза и составила 50%. В почве, загрязненной ГК, были обнаружены виды УПГ, относящиеся к родам *Acremonium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Ulocladium*. Представители вышперечисленных родов являются возбудителями заболеваний органов дыхания, кожных покровов, а также способствуют развитию аллергических реакций. Таким образом, загрязнение почвы газовым конденсатом приводит: 1) к снижению численности грибов в первые дни, спустя 80 суток их численность восстанавливается; 2) к изменению структуры комплексов микромицетов целинных и окультуренных почв; 3) к увеличению доли условно патогенных видов грибов.

МИКРОМИЦЕТЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ БИОПОВРЕЖДЕНИЯ КАЛЬЦИТА В ПЕЩЕРЕ «ШУЛЬГАН — ТАШ»

Кузьмина Л. Ю.

Институт биологии Уфимского научного центра РАН, Уфа

Пещера «Шульган — Таш» заложена в известняках визейского яруса нижнего карбона и сложена карбонатными породами (известняки, доломитизированные известняки и доломиты). Особая неповторимость пещеры заключается в том, что в ней сохранились многочисленные красочные рисунки палеолитического возраста. Пещеры — особая экосистема со специфической биотой, в составе которой немаловажную роль играет микрофлора, в частности, микроскопические грибы, способные к деградации разнообразных субстратов, в том числе и кальцита.

Летом 2008 года в пещере «Шульган — Таш» в Ступенчатой галерее был обнаружен очаг биогенной коррозии кальцита. Очаг разрушения находился на плотном кальците и представлял собой множественный лунковый карр диаметром 10-30 мм. Последующий мониторинг выявил не менее 8 очагов развития микромицетов в пещере.

Материалом для исследований служили усредненные пробы, отобранные со стен (соскобы, глинистые отложения, известняковая крошка) методом случайной выборки. Выделение микроскопических грибов из образцов производили высевом на плотные питательные среды Чапека, сусле и почвенную вытяжку. Морфологические и физиолого-биохимические характеристики выделенных культур изучали, руководствуясь общей стратегией фенотипической дифференциации микроорганизмов.

В ходе исследований было выделено 59 штаммов грибов, 39 из которых выделяли кислоту и разрушали кальцит, при этом значительную часть (~33%) среди них составляли представители рода *Penicillium* (13 культур). В сообществе кальцит-разрушающих микромицетов была обнаружена особая группа грибов, способных образовывать базидиокарпы (плодовые тела) при росте на сусле. Четыре представителя этой группы идентифицированы пока только в первом приближении как представители класса *Basidiomycota*. Среди кальцит-разрушающих грибов обнаруживались также не более 1-2 штаммов представителей родов *Aspergillus*, *Chrysosporium*, *Geotrichum*, *Trichosporiella*, *Verticillium*, а также *Botrytis cinerea*, *Monodictys poradoxa* и дрожжи из рода *Exophiala*. Около 22 % кальцит разрушающих штаммов грибов не идентифицированы. Основное количество выделенных кальцит разрушающих микромицетов (79%) являются психрофильными организмами, растущими при температурах +4+6 °С, что благоприятствует их развитию в пещере.

Большую опасность для рисунков палеолита представляют мицелиальные грибы, способные вызвать повреждения самого материала (кальцита), на котором сделаны рисунки.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ КАК ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ

Куимова Н. Г., Павлова Л. М.

Институт геологии и природопользования ДВО РАН, Благовещенск

Основная функция микроскопических грибов – деструкция органических соединений природного и техногенного происхождения. Однако благодаря разнообразию физиолого-биохимических свойств и ферментных систем, высоким адаптационным способностям, микромицеты выполняют важные биогеохимические функции в биосфере. Грибы, принимают участие в процессах выветривания горных пород и минералов, накапливают практически все химические элементы, участвуют в биогенном минералообразовании. Учитывая небольшое количество исследований, направленное на изучение концентрационной функции грибов, нами изучена способность природных штаммов микромицетов, выделенных из почвогрунтов рудных и россыпных месторождений, концентрировать благородные и сопутствующие металлы. Исследование микологического состава пород и почвогрунтов показало их невысокое видовое разнообразие. По числу видов и частоте встречаемости преобладают представители р. *Penicillium*, составляющие от 10 до 66, 6 % от общего числа видов, выделяемых из разного типа месторождений.

Изучены основные физико-химические факторы, влияющие на биосорбцию металлов биомассой: высокая рН-зависимость процесса, элементный состав и концентрация элементов в растворе, возраст культуры. Изменения температуры мало влияют на биосорбцию металлов грибами. Сравнительное изучение возможностей извлечения золота различными типами сорбентов (АГ-90, ВИОН КН-1, АН-1, биомасса *P. chrysogenum*) при рН 5 показало, что извлечение золота биомассой составило 98%, что на порядок выше, чем химическими сорбентами. Полученные результаты показали перспективность использования биомассы в качестве биосорбентов благородных металлов. Механизмы аккумуляции металлов грибами разнообразны: от физико-химического взаимодействия на клеточной стенке до механизмов, зависящих от процессов метаболизма (транспорт, внутриклеточная компартментализация, внеклеточное осаждение) (Куяцук and Volesky, 1989; Gadd, 1993), однако основным для грибов является процесс биосорбции. Сорбционные свойства микромицетов обеспечиваются особым строением клеточной стенки, основные компоненты которой имеют в своем составе различные функциональные группы. В биосорбции одних катионов (Au^{3+} , Ag^+ , Pb^{2+}) участвуют карбоксильные, гидроксильные, сульфгидрильные, аминные и фосфатные группы образующие координационные соединения (Куимова, 2004). Сорбция ионов других металлов (Cd^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+}) происходит посредством ионного обмена, в результате чего Ca^{2+} и Mg^{2+} выходят из клетки в раствор (Akthar *et al.*, 1996). Аккумуляцию металлов микромицетами можно рассматривать как защитный механизм клеток от токсичного воздействия тяжелых металлов. Установлено, что клетки, концентрирующие металлы, составляют лишь небольшую часть популяции и погибают, устраняя нежелательное воздействие токсикантов. Другая ее часть справляется с поддержанием роста и развития популяции ценой гибели отдельных ее индивидуальностей. В качестве одного из основных протекторных механизмов мицелия к воздействию токсичных металлов является выделение большого количества внеклеточных полимеров, имеющих полисахаридную основу. Экзометаболиты способны к значительному связыванию металлов, устраняя их токсическое воздействие на клетки. Таким образом, изучение биосорбции металлов грибами имеет как фундаментальное (иммобилизация и миграция металлов в экосистемах), так и прикладное значение. Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН (09-И-П116-07), гранта Президиума ДВО РАН (09-III-A-08-434).

ВЛИЯНИЕ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ НА РАЗВИТИЕ МИКРОМИЦЕТОВ

Лихачев А. Н.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Проблемы связанные с долговечностью сооружений и зданий, сохранение их архитектурно-художественных качеств, а также поддержание санитарно – гигиенических норм в помещениях всегда являлись актуальными. Одной из причин снижения прочностных качеств строительных материалов, конструкций и создания условий для развития на них микробиоты, способствующих развитию биокоррозии, является содержание в них воды и растворимых солей. Исходным сырьем производства различных строительных композитных смесей являются природные материалы, в составе которых содержатся различные химические элементы, при технологической обработке способные отразовывать поликомпонентные растворы. При увлажнении поровой структуры конструкций проявляется обратимый процесс адсорбции воды и растворимых солей, а также капиллярный их подсос, способствующие миграции химических соединений в наружные слои исходных материалов. Наглядным примером таких процессов служит образование «высолов»-рыхлых масс неорганических солей, состав которых во многом определяется композитным составом цемента, кирпича, штукатурок, кладочных растворов и различных заполнителей, добавок, определяющих и прочностные характеристики конструкций. Наибольшую растворимость в составе цементного камня и других материалов имеют едкие щелочи и соли щелочных металлов, содержание которых не должно превышать 0,6% по массе. Вероятно, что солевой состав материалов и их доступность для грибов во многом определяют отбор видов из многообразного таксономического комплекса микробиоты, находящегося в биоаэрозоле воздуха и способных развиваться на этих субстратах.

Целью модельных исследований с использованием сред - голодного агара, сусло-агара с добавкой разных концентраций солей было выявление гало- и алкофильности у видов - контаминантов различных строительных материалов. Для выявления этого обстоятельства были взяты вносимые в среды NaCl, KCl, Na₂SO₄, CaCO₃ концентрацией 0, 1; 0,5; 1,0; 5,0 г/л, 10, 0 г/л а также их водные насыщенные растворы для выявления микромицетов из биоаэрозоля воздуха, способных развиваться в этих экстремальных условиях. В качестве тест-культур взяты штаммы, которые используются для выявления грибостойкости материалов, а также входящие в состав литобионтных сообществ: *Aspergillus flavus* Link, *A. niger* van Tieghem, *A. terreus* Thom, *Alternaria alternata* (Fr.) Keisser, *Chaetomium globosum* Kunze, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, *Fusarium moniliforme* Sheld., *Paecilomices varioti* Bainier, *Penicillium purpurogenum* Stoll, *P. chrysogenum* Thom, *P. brevi-compactum* Dierckx, *P. cyclopium* Westel, *Trichoderma viride* Pers, *T. harzianum* Abbott. Контаминация стерильных растворов пропугулами из аэрозоля воздуха помещения до концентрации 0, 1 и 1, 0 г/л практически не выявило различий в их составе по сравнению с видами растущими на сусло-агаре. Только в насыщенном растворе KCl установлено развитие *Cladosporium halotolerans* Zolar, de Hoog et Gunde- Cim. в виде плоских пеллет. Посев штаммов на агаризованные среды с растворами солей при концентрации 10,0 г/л, выявил в зависимости от вида, снижение прорастания конидий на 10-35%. Наиболее жизнеспособны конидии у *A. niger*, *P. chrysogenum*, *Trichoderma viride*. Концентрации солей в сусло-агаре в зависимости от вида оказывают разный эффект на лаг-фазу, скорость роста, размер диаметра колонии, интенсивность спороношения, накопления биомассы и изменения pH, пигментацию по сравнению с контролем. Штаммы исследуемых видов можно отнести к умеренно галоалкатолерантным. Виды грибов, обладая огромной численностью популяций, большой физиолого-биохимической активностью и разными механизмами адаптации к изменяющимся условиям урбанистической среды при резком изменении гидротермических и других параметров, могут формировать устойчивые комплексы микробиоты и на строительных материалах с разным соотношением химических элементов.

ОПОРТУНИСТИЧЕСКИЕ ГРИБЫ В ПРИЗЕМНЫХ СЛОЯХ ВОЗДУХА И ПОЧВАХ НА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ РАЗНОГО ВРЕМЕНИ ЗАСТРОЙКИ (НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА ТУШИНО, Г. МОСКВЫ)

Марфенина О. Е., Макарова Н. В., Иванова А. Е.

Факультет почвоведения МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва

Накопление оппортунистических грибов в среде обитания человека может определять возможность заболеваний вторичными микозами и грибными аллергиями. Во внешней среде споры грибов могут поступать к человеку из приземных слоев воздуха, куда, предположительно, они могут попадать из почвы. Оценка присутствия оппортунистических грибов в приземных слоях воздуха наиболее важна в местах концентрации населения, т. е., в первую очередь, в городских условиях. Нами проведены исследования состава грибного аэропланктона в районе Тушино г. Москвы. Отбор образцов проводился в течение 2008-2009 гг. в приземном слое воздуха (0, 2м) и на высоте человеческого роста (1, 5м) при помощи аспиратора ПУ-1Б (250 л) на среду Чапека на городских площадках разного возраста застройки. Там же проводили высевы и из верхнего горизонта почв (6-летний реплантозем, 40-летний, 300-летний урбаноземы). Как контроль была взята площадка городского лесопарка на дерново-подзолистой почве.

Число грибных пропугул в городском воздухе существенно различалось в разные сезоны года. Наибольшая численность плесневых грибов обычно отмечалась летом (около 500 КОЕ/м³) и иногда осенью (в 2009 г до 800

КОЕ/м³). Минимальная численность грибов (30-50 КОЕ/м³) выявлялась в зимний период. По распределению спор грибов во все периоды исследования выявляется четкая стратификация – большее количество грибных спор находится в приземном воздухе, а на уровне человеческого роста численность микромицетов уменьшается в 1, 5-2 раза. Имеются сезонные изменения состава грибов в воздухе города. Весной – типичны грибы рода *Acremonium*, а также стерильный желтый мицелий. Практически постоянно выделяется из воздуха *Cladosporium cladosporioides*, который является абсолютным доминантом (до 550 КОЕ/м³) в осенний период. Постоянно выделялся и *Fusarium verticilloides*, наибольшее содержание которого отмечалось летом. Грибы рода *Penicillium* чаще выделяются в весенне-зимний период. Это преимущественно виды *P. viridicatum*, *P. expansum*, *P. waksmani*. Наибольшее сходство грибных комплексов в разные годы исследования выявлялось летом. В целом, наиболее стабильным был состав грибного аэропланктона на территории нового микрорайона.

Грибные комплексы в приземном воздухе существенно отличались от таковых в почвах. В разные сезоны года большее сходство отмечено между аэропланктоном различных территорий, чем с составом грибов в почвах на тех же площадках. Эти отличия во многом определялись доминированием в воздухе грибов рода *Cladosporium*.

На исследованных городских территориях постоянно присутствовали потенциально опасные для человека плесени. Причем их динамика и состав в приземном воздухе, и в почвах существенно отличались. В почвах преобладание потенциально патогенных видов отмечалось весной (до 47 %, или $6,6 \times 10^4$ КОЕ/г почвы). Их присутствие было наибольшим в районе новостроек (до $4,6 \times 10^4$ КОЕ/г почвы) и на контрольной территории. Именно из почв были выделены, виды, относимые к наиболее опасным грибам – *Histoplasma capsulatum*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Aspergillus fumigatus* и др.

В воздухе – наибольшее обилие (до 84%) потенциально патогенных грибов выявлялось летом 2009 года на городских территориях (6, 40-летние микрорайоны). Причем, в приземном слое воздуха обилие потенциально патогенных видов было больше (360 ± 45 КОЕ/м³), чем на высоте человеческого роста (80 ± 45 КОЕ/м³). Что определялось повышенным содержанием в этом слое вида *Cladosporium cladosporioides*, известного, в первую очередь, как аллергенный для человека. Накопление опасных видов в приземном слое может быть связано с их развитаем на подстилках.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 08-04-0359а.

МИКОБИОТА НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПИЩЕВЫХ, КОРМОВЫХ И ЛЕЧЕБНЫХ ЦЕЛЯХ

Меджнунова А. А., Керимов З. М., Исмаилов Р. Г., Еюбов Б. Б., Рзаева А. А., Мустафазаде Н. Н., Ибрагимов Э. А.

Институт Микробиологии НАН Азербайджана, Баку

Азербайджанский НИ Ветеринарный Институт и НИИ Овощеводства, Азербайджанский Медицинский Университет, Баку

Обеспечение максимальной сохранности пищевого и кормового сырья, готовых продуктов питания тесно связано с их защитой от негативного воздействия микроорганизмов. Ведущая роль в поражении поверхности сырья и пищевых продуктов принадлежит мицелиальным грибам. Поэтому важность определения экологически опасных грибов в различных растительных продуктах давно признана во многих странах мира.

С учетом окружающей природной среды обитания токсигенных микромицетов, следует обращать особое внимание на возможность их присутствия в сырье, который используется для получения продуктов пищевого и кормового назначения, а также используется в народной медицине, что предопределил цель данной работы.

В ходе исследований, проведенных в 2006-2009 годах из различных объектов (растения и их плоды, готовые корма, лечебные травы, которые продаются в аптеках) были взяты и анализированы более 350 образцов. При изучении микобиоты отмеченных растительных материалов наряду с классическими микологическими методами, были использованы различные селективные методы, основанные на предварительной обработке образцов ультразвуком и на взаимоотношении между микроорганизмами.

Полученные результаты показали, что ведущая роль в поражении растительных материалов (пшеница, кукуруза, подсолнечник, капуста, помидор, огурец, перец, картофель, лук и др.), которые составляют основу пищевого рациона человека, принадлежит грибам *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. terreus*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium gibbosum*, *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *F. solani*, *Mucor racemosus*, *Penicillium chrysogenum*, *P. martenzi*, *Sclerotinia libertiana*, *Rhizopus nigricans*, *Trichoderma viride*, *Vertisillium dahliae* и др., хотя общее число видов грибов, обнаруженных на таких материалах составляет 132. По встречаемости обнаруженные грибы характеризовались как доминантные (23 вида, встречаемость, которых находилась в пределах 43-62%), часто встречаемые (47 видов, встречаемость – 10, 2-40, 2%) и редкие или случайные (62 вида, встречаемость – менее 10%) виды.

Установлено, что преимущество в контаминации кормов (люцерн, солома, комбикорм, шелуха и сушеные травы, традиционно используемые в животноводстве) принадлежит видам следующих родов микромицетов: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor* и *Penicillium*. Доминирующие или часто встречаемые виды были основным *Aspergillus ustus*,

A. ochraceus, *A. candidus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. elegans*, *A. glaucus*, *A. flavus*, *A. clavatus*, *A. versicolor*, *F. graminearum*, *F. solani*, *F. moniliforme*, *F. gibbosum*, *F. lateritium*, *F. nivale*, *M. mucedo*, *P. brevi-compactum*, *P. notatum*, *P. chrysogenum*, *P. janthinellum*, *P. expansum* и *P. glaucum*. Всего на кормах обнаружено 57 видов, 24 из которых характеризуются как случайные виды

Выявлено 52 гриба из классов *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* и *Deuteromycetes*, повреждающих разные органы растений (барбарис, розмарин, чабрец, зверобой, плоды боярышника, бессмертник, шалфей, мята, шафран, тысячелистник, ромашка и др.), используемых как лечебные средства в народной медицине. Грибы *A. alternata*, *A. candidus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. ustus*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichoides* и др. составляли ядро доминантных видов.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в микобиоту растительных материалов, входит немало токсигенных грибов, метаболиты которых являются опасными не только для хозяина-растения, но и для человека. Опасность этих грибов еще заключалась, в том, что большинство из них входят в доминантные представители микобиоты исследуемых растительных материалов.

МИКОБИТА ПОВРЕЖДЕННЫХ СТЕН МУЗЕЙНЫХ ХРАНИЛИЩ

Митковская Т. И., Коваль Э. З.

Национальный научно-исследовательский реставрационный центр Украины, Киев

Фондохранилища музеев Украины расположены чаще всего в малоприспособленных помещениях подвалов и полуподвалов, в зданиях с нарушенной гидроизоляцией, что приводит к повышенному влагосодержанию материалов стен и соответственно относительной влажности воздуха. Такие условия способствуют возникновению связанных между собой процессов солевой (химической) и биологической деструкции.

В 2005-2008 гг. нами было обследовано 16 музеев Украины, расположенных в регионах с различными климатическими и экологическими условиями. Пробы отбирали с визуально заметных повреждений: отслоений, шелушений, вздутий красочного слоя, штукатурки и побелки; с затеков, пятен и влажных участков потолка, стен, оконных проемов.

В результате микологического анализа выделено и идентифицировано 47 видов грибов, относящихся к 18 родам классов *Ascomycetes*, *Zygomycetes* и *Mitosporic fungi*. Доминировали представители гифомицетов, зигомицеты были представлены 6 видами, аскомицеты – 3. По количеству видов преобладали представители родов *Penicillium* (15 видов) и *Aspergillus* (10 видов). Виды этих же родов, а также родов *Cladosporium* и *Mucor* доминировали по частоте встречаемости. В 80% проб микромицеты встречались в ассоциациях с бактериями. Количество выделяемых грибов возрастает по мере развития деструктивного процесса. С небольших пятен, рыжих затеков, участков с высолами, отслоений красочного слоя изолировали от 2 до 5 видов. С темных влажных пятен и участков со значительными повреждениями стен выделяли 8 - 12 видов. Видовой состав зависел от степени разрушения стены и влагосодержания штукатурки. Так, на первых этапах деструктивного процесса (незначительные отслоения) и на влажных участках (влагосодержание штукатурки более 20%) преобладали мукооровые: *Rhizopus nigricans*, *Absidia corymbifera*, *A. glauca*, виды родов *Penicillium* (*Penicillium cyclopium*, *P. expansum*, *P. fellutaum*, *P. funiculosum*, *P. fuscum*, *P. oxalicum*) и *Cladosporium* (*Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*). На участках осыпания (на подсыхающих субстратах) доминируют представители рода *Aspergillus*: *Aspergillus candidus*, *A. sclerotium*, *A. ochraceus*, *A. oryzae*, *A. foetidus*, *A. versicolor*, *A. sydowii*.

Без дополнительных исследований бесосновательно утверждать, что обнаруженные виды в каждом конкретном случае являются причиной разрушений. Однако выделенные микромицеты характеризуются наличием ряда ферментов, обеспечивающих им высокую экологическую валентность и адаптивную способность к различным субстратам, даже труднодоступным. Большинство видов известны как активные деструкторы различных промышленных материалов, изделий и строительных конструкций.

Следует отметить, что поврежденные стены – опасные зоны с санитарно-гигиенической точки зрения, поскольку выделенные из них грибы (*Absidia corymbifera*, *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus candidus*, *A. nidulans*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. sydowii*, *A. terreus*, *Chrysosporium pannorum*, *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma viride*) могут провоцировать аллергии и различные формы микотоксикозов.

Таким образом, структура видовой состава микобиоты стен фондохранилищ характеризовалась наличием условно-патогенных видов, а также видов, проявляющих деструктивную активность в отношении абиотических субстратов.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ В ПОЧВЕ

Нечай Н. Л., Орозалиева Ж. Б.

Национальный Центр Биотехнологии Республики Казахстан, Астана

Прикаспийский регион Казахстана располагает ценными биологическими ресурсами, значительным минерально-сырьевым потенциалом. Увеличение объемов добычи нефти, зачастую сопровождается возрастанием масштабов загрязнения окружающей среды. Биоиндикаторами степени загрязнения могут служить почвенные микроорганизмы, которые испытывают на себе его действие и чутко реагируют на любое изменение условий

среды обитания. Антропогенное загрязнение уменьшает видовое разнообразие на территории Каспийского бассейна, в том числе и видовое разнообразие почвенных микроорганизмов. В связи с этим, представляет интерес изучение микобиоты загрязненных нефтью почв.

Исследования микобиоты почв акватории северной части Каспийского моря с дельтами рек Урал и Кигач, входящих в состав Государственной заповедной зоны, проводились в 2008–2009 годах в рамках НТП «Комплексное эколого-эпидемиологическое обследование биоценоза Каспийской акватории и разработка мер по его оздоровлению». В частности на территории Атырауской и Мангыстауской областей.

На численность и родовой состав микроскопических грибов в почве исследуемого региона оказывали влияние погодные, почвенно – климатические условия и степень загрязнения почвы нефтью.

В весенние месяцы на территории прикаспийской акватории складывались благоприятные условия для размножения, развития и активной деятельности микроскопических грибов в почве. В почвах месторождений количество микромицетов достигало 0, 31- 2, 93 тыс. КОЕ/г. При увеличении глубины количество микроскопических грибов в почве снижается. Например, в слое 0-5 см численность микроскопических грибов составляла 0, 36-6, 60 тыс. КОЕ/г, а на глубине 5-10 см - 0, 31-2, 83 тыс. КОЕ/г. Негативное влияние на численность микроскопических грибов оказали разливы нефти на поверхности почвы, которые затрудняли доступ кислорода в более глубокие горизонты. В летний период в связи с высокой температурой воздуха, поверхности почвы и низким количеством осадков в регионе численность почвенных грибов в верхнем горизонте снизилась более чем в 2 раза в сравнении с аналогичными результатами, полученными в мае месяце. Если весной численность почвенных грибов варьировала в зависимости от варианта от 0, 31 тыс. КОЕ/г почвы до 6, 60 тыс. КОЕ/г почвы, то к концу лета численность грибов составила 0, 041–3, 060 тыс. КОЕ/г почвы.

Можно отметить видовое разнообразие микромицетов в более плодородных окультуренных почвах, где богатая растительность. В исследуемых почвах широко распространены грибы родов *Aspergillus* (до 31%), *Penicillium* (35%), *Alternaria* (10%), *Fusarium* (19%), *Trichoderma* (3%) и др. Кроме того, наблюдались сезонные изменения в родовом составе почвенных микромицетов. В весенний период отмечалось значительное количество грибов рода *Aspergillus*, *Fusarium*, а в летний период преобладали темноокрашенные гифомицеты и грибы рода *Alternaria*. Во многом это связано с вегетационным периодом растений.

Состав микромицетов на участках месторождений со значительным нефтяным загрязнением был скудным и представлен в основном родами *Aspergillus* (45%), *Penicillium* (41%), *Fusarium*, (16%). Среди грибов рода *Aspergillus* доминирующее положение занимали виды *A. fumigatus*, *A. terreus*. Данные виды относятся к активным разрушителям углеводов.

АЛЛЕРГЕННЫЕ ГРИБЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА САМАРЫ

Овчинникова Т. А., Петухова Е. А.

Самарский государственный университет, Самара

Целью настоящей работы было исследование видового состава и количественных показателей грибной микрофлоры в почве и воздушной среде центральной части города Самары, а также анализ микоаллергенности воздуха по сравнению с парковыми зонами и окраинами города. Отбор почвенных образцов (на глубине 0, 5-1, 5см) производился в трех пунктах города, находящихся в пределах 3-5 км от географического центра города в июле и октябре 2008 года. Посев почвенной суспензии и воздушной микрофлоры (методом седиментации) проводился на агар Чапека.

Почвенная микрофлора исследуемой территории (численность колебалась от 90. 103 до 430. 103 КОЕ на г почвы) представлена 21 видом грибов, принадлежащих к десяти родам: *Alternaria* (*Alt. alternata*, куда были причислены сходные мелкоспоровые виды); *Aspergillus* (*Asp. fumigatus*, *Asp. ochraceus*, *Asp. restrictus*); *Cladosporium* (*Cl. cladosporioides*); *Fusarium* (*F. semitectum*, *F. sporotrichilla*); *Trichotecium* (*T. roseum*); *Mucor* (*M. ramosissimus*, *Mucor* spp.); *Paecilomyces* (*P. carneus*, *P. inflatus*, *P. marquandi*); *Penicillium* (*P. albo-cinereascens*, *P. cianeum*, *P. citrinum*, *P. cyclopium*, *P. funco-flavum*, *P. nigrikans*); *Trichoderma* (*T. viride*); *Syncephalastrum* (*Syncephalastrum* spp.). 100% встречаемость и относительно высокое обилие отмечалось только для трех видов грибов – *P. cyclopium* (7%-44%), *Paec. inflatus* (6%-41%), *F. semitectum* (5%-61%).

Аэромикофлора имела сходный, но более бедный состав, там было выявлено тринадцать видов: *Alternaria* (*Alt. alternata*); *Aspergillus* (*Asp. fumigatus*, *Asp. ochraceus*); *Cladosporium* (*Cl. cladosporioides*); *Curvularia* (*C. lunata*); *Fusarium* (*F. semitectum*); *Mucor* (*Mucor* spp.); *Paecilomyces* (*P. carneus*, *P. inflatus*); *Penicillium* (*P. cyclopium*, *P. nigrikans*); *Trichoderma* (*T. viride*); *Syncephalastrum* (*Syncephalastrum* spp.). В воздухе города доминировали грибы рода *Alternaria* (39%-56%) и *Paecilomyces inflatus* (32% - 53%), размножающиеся в опад и филлоплане древесных и кустарниковых растений. В почвенных образцах грибы рода *Alternaria* часто не обнаруживались, либо – в виде единичных колоний.

Аллергенные грибы рода *Alternaria* (BSL-1) присутствуют в воздухе центральной части города постоянно (141 КОЕ - 863 КОЕ в куб. м воздуха). Содержание спор альтернатив увеличивается в осенний период. Под пологом крон на территории загородных парков содержание спор падает и резко возрастает в парках с усиленной рекреационной нагрузкой, на запыленных участках города, высокое содержание спор обнаруживается в смывах с поверхности листьев нижних ярусов лиан и кустарников вблизи автострад. Высокая численность грибных зачатков альтернатив отмечена на периферии города на границе с лесными массивами. В аэромикофлоре Крас-

носамарского лесничества (находящемся в 60-ти км от города) в сосновых и осиновых лесонасаждениях в дождливом июле 2008 года обнаружена высокая численность альтернарий более 1200 спор в куб. м.

Доказанными возбудителями микогенных аллергий в первую очередь рассматриваются виды темноокрашенных родов. Таковыми являются обнаруженные нами *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Aspergillus fumigatus*.

На основании вышеизложенного можно заключить, что антропогенная среда и природно-климатические условия города Самары способствуют размножению агрессивных по отношению к человеку видов микромицетов. Однако численность доминирующих видов аллергенных грибов в центральной части города не достигает предельно допустимых величин, что делает грибную аэромикрофлору потенциально менее опасной.

МИКОДЕСТРУКТОРЫ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ - УГРОЗА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Оганесян Е. Х., Абрамян Дж. Г., Нанаголян С. Г., Элоян И. М., Мурадян А. М.

Ереванский государственный университет, кафедра ботаники

Клиническая больница N 3, Ереван

Реконструкция градостроительных объектов, в частности широкомасштабная перестройка автомагистралей в Республике Армения, резко стимулировали повышение концентрации спор агрессивных видов микодеструкторов, нашедших благоприятные условия для своего роста и развития в ряде жилых помещений с нарушенным температурно-влажностным режимом, создавшим неблагоприятные санитарно-гигиенические условия.

Оптимальные условия для выживания и деструктивной деятельности микодеструкторов, вызывающих биоразрушения и биоповреждения, а также значимых как потенциальные возбудители микозов человека, создались в помещениях зданий, для построения которых не были соблюдены нормативные регламенты выбранного строительного материала, обладающего грибостойкостью, тепло- и влаго-изоляционными показателями, необходимыми в данных климатических условиях. Так, для построения отдельных корпусов одного из домов отдыха, расположенного в зоне влажного климата горно-лесного пояса (1255-1500 м над уровнем моря) была использована древесина, которая за короткий период времени подверглась биоповреждению агрессивными видами микодеструкторов. Плесенью микроскопических почвенных грибов покрылись наружные и внутренние стены помещений. Деструктивная деятельность грибов особо проявилась на стенах ванных комнат и, имеющие с ними перегородку, спальни которые были колонизированы, заспоряющими также воздух помещений видами *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Acremonium strictum*, *Penicillium brevi-compactum*, *P. cyclopium*, *Cladosporium herbarum*, *Alternaria alternata*, *Aureobasidium pullulans*, *Rhizopus stolonifer*. Перечисленные виды грибов известны как условно патогенные и естественно, представляющие опасность для людей, пребывающих на отдыхе с целью укрепления здоровья.

Негативное воздействие потенциально патогенных видов грибов было обнаружено также в квартирах некоторых домов, где у проживающих людей были зарегистрированы симптомы микотических заболеваний. Микологическому обследованию были подвергнуты квартиры, где отсутствовали подвалы, а паркетный пол жилых помещений был устлан тонким слоем бетона, непосредственно наложенного на сырой грунт. Вследствие чего, в нижних этажах, благодаря высокой влажности, способствующей росту и развитию микодеструкторов, значительная поверхность паркета покрылась плесенью, которая быстро обросла обои квартир. Налет плесени был обнаружен также на разрушающемся бетоне, с которого были выделены изоляты видов *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Cladosporium brevi-compactum*, *Paecilomyces farinosus*. Воздух квартир был заспорен видами грибов *Aspergillus niger*, *A. ochraceus*, *Penicillium chrysogenum*, *P. crustosum*, *P. canescens*, *Aureobasidium pullulans*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Trichoderma viride*, *Absidia corymbifera*, *Acremonium strictum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Stemphylium botryosum*, обилие спор которых вызвало резкое ухудшение здоровья людей, проживающих в подобных условиях, в частности симптомы бронхиальной астмы.

Опасная эпидемиологическая обстановка, создававшаяся в исследованных жилищных помещениях, загрязненных потенциально патогенными видами грибов, вызвало прогрессирующее возрастание микотических заболеваний, в частности, частоту встречаемости микозов ЛОР-органов. Основной причиной распространения микотических заболеваний является недостаточная осведомленность людей об опасности грибковых инфекций и путях ее распространения.

ВЛИЯНИЕ АКТИВНОСТИ ВОДЫ СУБСТРАТА И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА РАЗВИТИЕ МИКРОМИЦЕТОВ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Понизовская В.Б. ¹, Антропова А.Б. ², Мокеева В.Л. ³, Биланенко Е.Н. ³, Чекунова Л.Н. ³

¹ ГНИИ Реставрации, Москва

² НИИ вакцин и сывороток имени И. И. Мечникова РАМН, Москва

³ МГУ имени М. В. Ломоносова, Биологический факультет, Москва

Изучение влияния активности воды субстрата (a_w) и относительной влажности воздуха (ОВ) на развитие грибов представляется необходимым в таких областях, как хранение и транспортировка пищевых продуктов, охрана памятников культуры и предметов искусства, прогноз роста и распространения грибов в естественных ус-

ловиях, биоконтроль, здравоохранение, гигиена и санитария. Целью настоящей работы является изучение влияния a_w и ОВ на рост и развитие микромицетов, выделенных из жилых помещений г. Москвы.

В работе использованы культуры следующих грибов: 1) доминирующие в жилых помещениях г. Москвы - *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Aspergillus repens* (Corda) Sacc., *Aspergillus sydowii* (Bainier & Sartory) Thom & Church, *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tirab., *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries, *Penicillium chrysogenum* Thom, *Penicillium cyclopium* Westling, *Penicillium glabrum* (Wehmer) Westling; 2) проявляющие ярко выраженные ксерофильные свойства и вступающие в ассоциации с клещами домашней пыли - *Aspergillus penicillioides* Speg., *Wallemia sebi* (Fr.) Arx; 3) активно контаминирующий пищевые продукты - *Mucor racemosus* Fresen и 4) редкий и малочисленный для жилых помещений вид - *Trichoderma viride* Pers.. Скорость прорастания, развития и скорость радиального роста колоний микромицетов изучали на агаризованной питательной среде на основе сусло-агара с показателями a_w от 0,99 до 0,65. A_w среды задавали путем добавления глицерина. Также изучали скорость прорастания спор и развития грибов в домашней пыли в лабораторных условиях при ОВ от 100% до 65%. ОВ поддерживали с помощью насыщенных растворов солей.

Установлено, что *M. racemosus* и *C. cladosporioides* проходили полный жизненный цикл при 0,99 - 0,95 a_w и 99%-95% ОВ. *T. viride* - при 0,99 - 0,95 a_w , в домашней пыли она проходила не весь цикл: при 99% - 95% ОВ наблюдалось только развитие мицелия. *A. sydowii*, *A. versicolor*, *P. chrysogenum*, *P. cyclopium*, *P. glabrum* были способны развиваться в диапазоне 0,99-0,85 a_w и 99% - 85% ОВ. *A. alternata* проходила полный жизненный цикл при 0,99 - 0,95 a_w и 99%-95% ОВ. При 0,85 a_w и 85% ОВ у *A. alternata* отмечено лишь прорастание спор. *A. repens*, *A. penicillioides* и *W. sebi* развивались при 0,99-0,75 a_w и 99%-75% ОВ. Наиболее быстрый рост на агаризованных средах у микромицетов из этой группы наблюдался при 0,95 a_w . За исключением *A. repens*, *A. penicillioides* и *W. sebi* понижение a_w и ОВ увеличивало лаг-фазу, уменьшало скорость прорастания спор, удлиняло период от момента прорастания до образования мицелия и спороношения, снижало скорость радиального роста колоний. Профили динамики роста и развития микромицетов в домашней пыли при различных ОВ сходны с таковыми на агаризованных питательных средах с аналогичными a_w .

Таким образом, штаммы *A. repens*, *A. penicillioides* и *W. sebi*, выделенные из жилых помещений, можно отнести к ксерофилам, *A. alternata*, *A. sydowii*, *A. versicolor*, *C. cladosporioides*, *P. chrysogenum*, *P. cyclopium*, *P. glabrum* - к ксеротолерантам, *M. racemosus*, *T. viride* - к гидрофилам. Большинство микромицетов способно проходить полный жизненный цикл в пыли жилых помещений. Полученные данные следует учитывать при планировании профилактических и элиминационных мероприятий.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И БИОРЕМЕДИАЦИИ НА НАКОПЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО ПАТОГЕННЫХ И ФИТОТОКСИЧНЫХ МИКРОМИЦЕТОВ

Рафикова Г. Ф.

Институт биологии Уфимского научного центра РАН, Уфа

Почвенные микроскопические грибы преобладают среди почвенных микроорганизмов. Нефтяное загрязнение почвы существенно изменяет условия обитания микромицетов, что может вызвать нарушение баланса биосинтеза и биодеструкции органического вещества и привести к отрицательным последствиям, влияющих на качество условий обитания живых организмов. Это может, например, проявляться: для растений - в увеличении присутствия фитотоксичных, для человека - в увеличении присутствия потенциально патогенных видов грибов.

В связи с этим целью данного исследования явилось изучение влияния нефтяного загрязнения и биоремедиации на комплексы микромицетов серой лесной Республики Башкортостан и торфяно-глеевой почв Республики Коми.

Исследования проводили в условиях модельного эксперимента с образцами серой лесной и торфяно-глеевой почвы, незагрязненной и загрязненной нефтью в разных концентрациях (1, 4 и 8% от массы). В качестве рекультивирующего агента в сосуды с почвой вносили биопрепарат Елена (Патент №2203945 РФ), основу которого составляет культуральная жидкость штамма-антагониста фитопатогенных грибов *Pseudomonas aureofaciens* ИБ 51.

Нефтяное загрязнение серой лесной и торфяно-глеевой почвы оказывало существенное влияние на структуру микробного комплекса и приводило к изменению видового состава микромицетов. С увеличением концентрации нефти в торфяно-глеевой и серой лесной почве видовое разнообразие микромицетов снижалось пропорционально увеличению концентрации нефти, что свидетельствует об упрощении видовой структуры комплекса микромицетов при нефтяном загрязнении почвы. Однако, при загрязнении торфяно-глеевой почвы высокими концентрациями поллютанта (8%) происходило увеличение этого показателя за счет возрастания частоты встречаемости фитотоксичных видов *Aspergillus niger*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium canescens* и способного вызывать локализованные микозы человека и животных вида *Mucor hiemalis*, вероятно, устойчивых к данному типу загрязнения или способных использовать в качестве энергетического субстрата углеводороды нефти.

В загрязненной нефтью серой лесной и торфяно-глеевой почве обнаруживалось большее число условно патогенных для человека и животных видов микромицетов, чем фоновой почве. Выделенные из изучаемых почв виды оппортунистических микромицетов относились к родам *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Penicillium* и *Trichoderma*. Значение индекса безопасности (I_m) для серой лесной почвы составляло 5,8 при средних уровнях загрязнения, для торфяно-глеевой почвы - 89,4 при высоких концентрациях загрязнителя, что свидетельствует о потенциальной опасности таких почв для людей с ослабленной иммунной системой.

Внесение биопрепарата Елена в почву приводило к подавлению развития таких видов микромицетов как *Paecilomyces victorioriae*, *Mucor hiemalis*. Также в загрязненных нефтью почвах с биопрепаратом исчезали виды *Trichoderma koningii* и *T. viride*. Из вышеперечисленных микромицетов вид *Mucor hiemalis* относится к потенциально патогенным видам грибов группы BSL-1, способных вызывать локализованные микозы человека, а вид *Trichoderma koningii* является оппортунистическим и фитотоксичным видом. В рекультивируемых почвах происходило снижение частоты встречаемости фитотоксичных микромицетов *Aspergillus fumigatus*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium glabrum* по сравнению с загрязненными аналогами почв.

Таким образом, при нефтяном загрязнении и использовании биопрепарата Елена для рекультивации нефтезагрязненных почв происходит перестройка комплексов микромицетов. В нефтезагрязненных почвах возрастает частота встречаемости и обилие фитотоксичных и условно патогенных для человека и животных видов микромицетов. Применение биопрепарата Елена при комплексной биоремедиации загрязненных углеводородами почв благоприятно сказывается на состоянии почв и приводит к снижению содержания оппортунистических и фитотоксичных форм грибов.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ МАЛЫХ МАТЕРИКОВЫХ ОСТРОВОВ (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ЯПОНСКОГО МОРЯ)

Родникова И. М.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток

Целью настоящего исследования является оценка тенденций изменения видового разнообразия лишайников на малых материковых островах под влиянием антропогенных факторов. Исследуемые острова находятся в северо-западной части Японского моря (побережье Приморского края). Площадь островов составляет от нескольких сотен квадратных метров до нескольких квадратных километров. На наиболее крупных островах развиты смешанные широколиственные леса. Основные действующие на островах антропогенные факторы можно объединить в несколько групп: пожары; рекреационные нагрузки; техногенное воздействие. Наиболее существенно человек стал влиять на биоту островов в конце 19 и в 20 веке. В это время на островах были вырублены коренные хвойно-широколиственные леса, построены объекты военного назначения. В последние десятилетия острова используются как места отдыха. Все это ведет к уменьшению видового разнообразия и ценотической значимости лишайников.

Изменения видового разнообразия лишайников в разных экотопах на островах:

1. Валуно-галечные пляжи. На участках недоступных для массового посещения лишайники покрывают камни и гальку выше уровня прибоя сплошным ковром. В основном здесь развиваются *Aspicilia cinerea* (L.) Kцrб., *A. zonata* (Ach.) R. Sant., *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Hale, *X. hirosakiensis* (Gyeln.) Kurok. Всего отмечено 19 видов. В результате вытаптывания уменьшается проективное покрытие лишайников, снижается видовое разнообразие. На участках с наиболее сильной антропогенной нагрузкой лишайниковый покров полностью отсутствует.

2. Приморские скалы. В естественных условиях это богатый в видовом отношении экотоп. Здесь отмечен 81 вид лишайников. В данном местообитании встречаются как типичные эпилитные лишайники например, *Lecanora straminea* (Wahlenb.) Ach., *Dimelaena oreina* (Ach.) Norman, *Buellia aethalea* (Ach.) Th. Fr., *Caloplaca scopularis* (Nyl.) Lettau, так и эпифитные, в том числе редкие *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) A. Massal., *Heterodermia boryi* (Фйе) Hale, *Pyxine soreliata* (Ach.) Mont. Под влиянием антропогенных факторов наблюдается уменьшение видового разнообразия лишайников. В первую очередь исчезают узкоспециализированные эпилитные виды, их замещают эврисубстратные виды. Проективное покрытие лишайников сокращается. Однако следует отметить, что при умеренной антропогенной нагрузке в данном экотопе сохраняются некоторые эпифитные виды, которые уже отсутствуют на коре деревьев, что вероятно связано с меньшей повреждаемостью пожарами скального субстрата.

3. Приморские леса. Видовое разнообразие большое (75 видов лишайников). Лишайники развиваются на коре деревьев, на скалах и камнях под пологом леса. При минимальной антропогенной нагрузке проективное покрытие составляет 100%. При усилении антропогенного вмешательства уменьшается количество видов, проективное покрытие, лишайники несут следы угнетения. Исчезают редкие виды. Им на смену приходят виды с широкой экологической амплитудой.

4. Травяно-кустарниковые сообщества. Количество видов лишайников – 47. В неизменных условиях лишайники заселяет веточки кустарников, выступы камней и почву. Под влиянием пожаров лишайники в данном экотопе могут полностью уничтожаться.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президиума ДВО РАН 10-III-B-09-242.

ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА И ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА МИКРОМИЦЕТАМИ

Салманов М. А¹., Велиев М. Г²., Алиева С. Р¹., Гасымова А. С¹.

¹Институт микробиологии НАН Азербайджана, Баку

²Институт полимерных материалов НАН Азербайджана, Сумгайыт

В связи с бурным развитием производства полимерных материалов и загрязнением ими окружающей среды проблема утилизации полимерных отходов является определяющей на сегодняшний день. С этой целью разрабатыва-

ются различные методы утилизации полимерных отходов. Одним из подобных способов является биодegradация – разрушение полимерных структур под воздействием микроорганизмов, приводящее к изменению физических и химических свойств исходных материалов. Наряду с этим, все большее внимание уделяется синтезу биодеструктируемых полимеров.

Исходя из вышеуказанного целью настоящей работы являлось исследование биодеструкции микромицетами полиэтилена и поливинилхлорида, являющихся промышленными продуктами и широко используемыми в быту. С этой целью были использованы штаммы *Aspergillus niger* и *Penicillium chrysogenum*, выделенные из проб воды и грунта прибрежных участков Апшеронского полуострова Каспийского моря. В наших предыдущих работах была показана способность этих штаммов грибов утилизировать нефтяные углеводороды. Образцы пленки и гранулы полиэтилена и поливинилхлорида помещались на плотную питательную среду Чапека-Докса. Под воздействием микромицетов полимерные фрагменты вовлекались в гидролитические и окислительно-восстановительные реакции с образованием новых свободных радикалов, благодаря которым, происходило интенсивное разрушение макромолекул синтетических полимеров (полиэтилена и поливинилхлорида). В результате чего, наблюдалось существенное понижение их молекулярной массы. Хроматографическими и спектральными методами (ИКС, ЯМР) было установлено, что в результате биодеструкции среди полученных продуктов имелись такие функциональные группы, как карбоксильные и кетоновые. В результате проведенных исследований было выявлено, что биоразложение полимерных пленок микромицетами протекает в следующей последовательности. Окислительные процессы, приводят к разрыву полимерных цепей и соответствующему уменьшению молекулярного веса. Пленки становятся хрупкими и распадаются на мелкие хлопья. По мере снижения длины макромолекул, кислород получает возможность соединяться с углеродом с образованием CO_2 . В результате микроскопирования изучаемых объектов на поверхности полимеров была обнаружена биопленка, содержащая микромицеты. В конечном итоге через 2-3 месяца, наблюдалось превращение полимерного материала в H_2O и CO_2 с образованием большого количества биомассы.

Исследования в этом направлении имеют важный научный и практический интерес и свидетельствуют о необходимости продолжения подобных работ в области биодegradации высокомолекулярных соединений, с целью последующей разработки биологических препаратов для утилизации индустриальных полимерных отходов.

ЧИСЛЕННОСТЬ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МИКРОМИЦЕТОВ В ВОЗДУХЕ ФОНДА С НЕТИПИЧНЫМ ОБЪЕКТАМИ ХРАНЕНИЯ

Сергеева Л. Е.

Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург

В настоящей работе мы представляем результаты изучения изменения численности и разнообразия видового состава микромицетов в воздушной среде отдела нотных изданий и музыкальных звукозаписей Российской национальной библиотеки (РНБ). Ранее нами благодаря использованию концептуально-методических подходов удалось выявить некоторые общие закономерности пространственной организации микромицетных комплексов, так и некоторые различия в структуре микосообществ в различных типах книгохранилищ РНБ.

Наши исследования выполнялись в двух смежных помещениях с двухъярусным хранением документов в период 2005-2006 годов. Оба помещения имели благополучный режим хранения. Зарегистрированные здесь значения температуры и относительной влажности практически не выходили за пределы регламентируемые стандартом.

Представленные в исследуемом отделе документы весьма существенно отличаются по своему композиционному составу от материальной основы изданий других отделов РНБ. Характерными материалами здесь являются кожа, шевро, марокен (разновидность сафьяна), хлопковая, сульфатная, сульфитная, и бумаги других композиций. Этот фонд мало реставрировался и переплетался, имеются издания с довольно сильными физико-химическими повреждениями. Специфика нотных изданий состоит также в технике нанесения музыкальных элементов.

Для установления закономерностей пространственно-временной организации, выявления разнообразия микосообществ мы как и ранее применяли два подхода: вертикально-ярусный и сукцессионный, позволяющие изучить временные изменения в структуре микосообществ. В каждом помещении выбирали 6 типологических точек по принципу наибольшей представительности участков помещений. Согласно выработанной ранее методике определяли количество колониеобразующих единиц грибов, т. е. жизнеспособных спор и фрагментов мицелия в единице объема воздуха. Далее осуществляли также таксономическую идентификацию выделенных изолятов.

В результате лабораторного изучения проб воздуха выявлена сезонная динамика численности. Максимальное количество спор в период 2005-2006 годов отмечено в летний период и эта величина в 1 м. составляла 230 ± 50 жизнеспособных конидий и фрагментов мицелия. Следует подчеркнуть, что в данной среде обитания при общей относительно невысокой концентрации жизнеспособных спор в воздухе их видовой состав отличался от других книгохранилищ. Всего выявлен 41 вид микромицетов, относящихся к 20 родам, 6 семействам, 3 классам. При этом следует отметить, что видовой статус 15- штаммов остался неопределенным. Следует также указать, что многие идентифицированные до вида штаммы в большинстве случаев являлись малочисленными изолятами выделявшимися иногда однократно. Преобладающее количество представленных видов принадлежит к классу *Neurospora*, порядку *Neurospora*. Доминировали здесь представители семейства *Moniliaceae*

Сравнительный анализ показал, что микромицеты обнаруженные в воздухе исследуемого книгохранилища специфичны и лишь частично совпадает с аналогичными данными обследованных ранее фондов. Впервые нами в воздухе книгохранилища нотных изданий отмечены *Aspergillus, glaucus Link, Asp. nidulans (Eidam.) Wint., Asp. oryzae (Ahlburg) Cohn, Penicillium. digitatum Saccardo, P. ochraceum (Bainier) Thom, Trichoderma honingii Oudem, Aureobasidium pullulans (De Bary) Arnaud, Cladosporium shaerospermum Penzing, Stemphylium botryosum Wallroth.*

МИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДМЕТОВ С ПРИЗНАКАМИ БИОПОВРЕЖДЕНИЙ В МУЗЕЕ

**Смоляницкая О. Л., Макарова Е. Ю., Ярцева Е. Б.
Государственный Эрмитаж, Санкт-Петербург**

Параметры температуры и относительной влажности воздуха в залах и хранилищах Государственного Эрмитажа неблагоприятны для развития грибов и обеспечивают безопасное хранение экспонатов.

Единственный случай развития микромицетов на предметах мы наблюдали в 1999-2001 гг. в хранилище запасной мебели, расположенном под Висячим садом до его капитального ремонта. Потолок хранилища долгое время страдал от протечек из Висячего сада. В летнее время относительная влажность воздуха в данном помещении периодически достигала 65 - 70 %, одновременно с подъемом температуры до 22-24 °С. В некоторых зонах хранилища наблюдалась малая подвижность воздуха. Результатом нарушения условий хранения стало развитие на отдельных предметах запасной деревянной мебели колоний грибов в виде небольших светлоокрашенных пятен около 0,5 - 0,7 см в диаметре. Очаги повреждений были локализованы на древесине; детали мебели, обитые тканью, не пострадали.

В местах обнаружения колоний грибов были сделаны отпечатки на липкую ленту. При микроскопическом исследовании отпечатков были обнаружены конидиеносцы *Aspergillus sp.* с очень крупными немногочисленными стеригмами. В препаратах наблюдали большое количество спор разного размера, а также многочисленные крупные споры.

Пробы воздуха, поврежденной штукатурки и пыли в хранилище позволили выявить разнообразие видов грибов. В пробах воздуха были обнаружены *Aspergillus niger, A. versicolor, Cladosporium herbarum, C. sphaerospermum, Penicillium aurantiogriseum, Rhizopus stolonifer var. stolonifer.* Пробы, взятые в местах протечек стен и потолка, зарегистрировали присутствие микромицетов *Alternaria alternata, Aspergillus niger, Cladosporium herbarum, C. sphaerospermum, Doratomyces stemonitis, Geomyces pannorum, Penicillium aurantiogriseum, Verticillium tenerum.* Из проб пыли были выделены *Aspergillus versicolor, Botryotrichum piluliferum, Cladosporium herbarum, C. sphaerospermum, Eurotium repens, Penicillium aurantiogriseum P. funiculosum, Ulocladium botrytis.*

Развиваться на предметах мебели в условиях данного хранилища был способен только *Aspergillus sp.*, видовую принадлежность которого установить не удалось. Посевы на питательные среды из мест образования колоний показали, что обнаруженный микромицет *Aspergillus sp.* крайне плохо развивался на стандартных питательных средах (среде Чапека-Докса и сусло-агаре). При посевах на сусло-агар с 20 % NaCl наблюдался рост небольших светлоокрашенных колоний.

Поэтапное обследование мебели показало низкую жизнеспособность микромицетов *Aspergillus sp.* в очагах повреждений. В первых посевах, сделанных нами в хранилище под Висячим садом, положительные результаты наблюдались приблизительно в 25 % случаев.

В 2006-2008 гг. мебель из данного хранилища была перемещена в недавно построенный реставрационно-хранительский центр Государственного Эрмитажа. Для решения вопроса о необходимости применения биоцидов было проведено повторное микологическое обследование мебели. Результаты посевов на питательные среды показали утрату жизнеспособности *Aspergillus sp.*, в связи с чем была рекомендована механическая чистка предметов без использования биоцидов.

КИСЛОТООБРАЗОВАНИЕ МИКРОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КНИГОХРАНИЛИЩ БИБЛИОТЕК

**Трепова Е. С., Великова Т. Д., Розен Т. А.
Федеральный центр консервации библиотечных фондов,
Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург**

Важными факторами микоповреждений являются не только присутствие мицелия грибов на поверхности материала, но и продукты их жизнедеятельности. Органические кислоты, выделяемые грибами, вызывают деструкцию различных материалов, в том числе и бумаги, повышение кислотности которой является одним из основных факторов, влияющих на ее долговечность. Способность кислотообразования у 54 микромицетов 13 родов, выделенных из книгохранилищ библиотек России исследовали 3 методами. Оценивали изменение интенсивности окраски бромкрезолового пурпурного индикатора при выращивании микромицетов на агаризованных средах Чапека и Чапека-Докса (по диаметру зоны изменения цвета индикатора). Суммарное количество кислот, выделенных при росте грибов в жидкой среде и на газетной бумаге, определяли на спектрофотометре Shimadzu и пересчитывали на мкг лимонной кислоты.

Кислотообразование на агаризованных средах в той или иной степени выявлено у 31 микромицета (из них 15 представителей рода *Penicillium*, 11 — *Aspergillus*, и по 1 из родов *Oospora*, *Paecilomyces*, *Phoma*, *Scopulariopsis* и *Torula*). Максимальной кислотообразующей способностью обладали 11 видов микромицетов: *Aspergillus flavipes* (Bainier & R. Sartory) Thom et Church, *A. niger* Tiegh. var. *niger*, *A. niveus* Blochwitz, *A. subolivaceus* Raper et Fennell, *Paecilomyces variotii* Bainier, *Penicillium aurantiogriseum* Dierckx, *P. commune* Thom, *P. echinulatum* Fassat. var. *echinulatum*, *P. glabrum* (Wehmer) Westling, *P. lanosum* Westling, *P. luteum* Zukal.

Кислотообразование на твердых средах не обнаружено у 23 видов: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *Acremonium strictum* W. Gams, *Aspergillus candidus* Link, *A. clavatus* Desm., *A. petrakii* Vцггц-Felkai, *A. repens* (Corda) Sacc., *A. sulphureus* Desm., *A. terreus* var. *africanus* Fennell et Raper, *A. versicolor* (Vuill.) Tirab., *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries, *Fusarium moniliforme* J. Sheld., *F. oxysporum* Schltdl., *F. tabacinum* (J. F. H. Beyma) W. Gams, *Penicillium brevicompactum* Dierckx, *P. camemberti* Thom, *P. decumbens* Thom, *P. miczynskii* K. M. Zalesky, *P. ochrochloron* Biourge, *Torula lucifuga* Oudem., *Trichoderma koningii* Oudem., *T. viride* Oudem., *Ulocladium consortiale* (Thьm.) E. G. Simmons.

Все исследуемые микромицеты по диаметру зоны изменения окраски индикатора при культивировании на агаризованных средах были условно разделены на 3 группы. Суммарное количество кислот, выделенных в жидкую среду (в пересчете на лимонную кислоту), позволило охарактеризовать эти 3 группы следующим образом: высокая — 30-23 мкг/мл, средняя — 22-12 мкг/мл и низкая — 11-8 мкг/мл. Это условное деление совпало с данными о различной интенсивности образования кислот, полученными при культивировании грибов на бумаге.

Aspergillus flavus, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ustus*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium commune*, *P. aurantiogriseum*, способные к активному кислотообразованию, часто встречаются в воздухе книгохранилищ и на поверхности документов. При благоприятных условиях для роста этих культур через 1 месяц рН бумаги может снижаться на 1, 5-2. Способности к кислотообразованию не выявлено у деструкторов целлюлозы, которые являются частыми контаминантами воздушной среды библиотек: *Alternaria alternata*, *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium cladosporioides*, *Trichoderma viride*.

АДАПТАЦИЯ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ ГРИБОВ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ: БИОХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Феофилова Е. П.

Институт микробиологии имени С. Н. Виноградского РАН, Москва

Доклад посвящен одной из важнейших проблем современной биологии – биохимической адаптации организмов к стрессовым воздействиям. Термин «биохимическая адаптация» был введен в конце прошлого столетия и включал изучение биохимических механизмов, позволяющих организмам выживать при действии различных неблагоприятных факторов. К настоящему времени значительно расширились наши представления о стрессе: появилась классификация стрессовых воздействий, и кроме летального стресса, появились определения «запрограммированный стресс», связанный с онтогенезом организма, «перекрестный стресс, окислительный, голодный, холодный и др». Изменились наши представления о значении стресса для организма – нелетальный стресс стали рассматривать не только как отрицательное воздействие, но в более широком смысле как фактор эволюции, и как фактор, обеспечивающий более высокую активность и жизнеспособность организмов, а также их биоразнообразие. При изучении стресса появилась необходимость изучать его действие на клеточном и популяционном уровне.

В настоящем сообщении на примере мицелиальных грибов будут рассмотрены современные представления о биохимической адаптации и механизмах, задействованных в этом процессе. Предварительно будут рассмотрены пути передачи в клетку стрессорного сигнала, запускающего механизмы биохимической адаптации. Общепринято считать, что на поверхности грибной гифы располагаются специальные информационные рецепторы, содержащие белок и хромофор. При приеме сигнала рецептор меняет свою конфигурацию, в нем происходят окислительно-восстановительные реакции, что влияет на вторую систему рецепторов, расположенных в липидном бислое – это так называемые белковые сенсоры, действие которых регулируется вязкостью липидного бислоя. Далее действует система вторичных мессенджеров (инозитидный путь передачи информации или компоненты цАМФ системы). В докладе в сравнительном аспекте приводятся также данные о передаче сигнала в бактериальную клетку и участие в этом процессе гуанозинтетрафосфатов (алармонов) и адаптогенов, в частности, EF-фактора, а также «Ca²⁺-контроля» и кальмодулина.

Значительное место в докладе посвящено тому факту, что при действии стрессора происходит торможение жизненных процессов и переход клеток из состояния гомеостаза в особое состояние – энантиостаза. Феномен торможения жизненных процессов (ТЖА) обсуждается в докладе в связи с запрограммированным и незапрограммированным стрессом, вторичным метаболизмом, состоянием покоя и анабиозом.

Центральную часть доклада занимают современные представления об антистрессорных защитных механизмах клетки грибов. Рассматриваются: 1) Изменения в составе липидного бислоя (в степени ненасыщенности, модуляции в текучести липидного бислоя, значение конформации мембран, процессы транс- и цис-изомеризации ацильных цепей, перестройки в составе фосфолипидов, «стериновый механизм»). Особое значение придается в настоящее время в процессе адаптации грибов роли гликолипидов и повышению при стрессе активности пальмитоилтрансферазы, а также значению стерина как пластафикаторов, способных сохранять мембрану в промежуточном состоянии между жидкокристаллическим и гелевым.

2) Новые данные о защитной роли трегалозы в клетке грибов и ее функции (источник энергии и резерв углерода, защита от действия свободных радикалов, стабилизатор и протектор белков и мембран от обезвоживания и холода, сенсорное соединение при регуляции ростовых процессов, структурный компонент клеточных стенок бактерий (микобактерий, коринобактерий, нокардий).

3) Образование ростигибирующих соединений при действии стрессоров.

4) Специальные белки, образуемые в клетке грибов при неблагоприятных воздействиях

5) Значение при стрессе активных форм кислорода и азота (деструктивная и сигнальная функции).

6) Значение клеточной стенки грибов и феномена поляризованного роста.

В последние годы вызывает все больший интерес феномен ТЖА, возникающий при стрессе, который рассматривается в настоящее время как основной фактор адаптивной эволюции. В этом процессе возникают ростнезависимые мутации, которые могут быть только в неделящихся клетках, при этом адаптивный мутагенез включается только у очень небольшого числа клеток популяции (примерно одна клетка на миллион). Именно такие клетки находят новые, наиболее прогрессивные пути эволюции. При этом особая роль принадлежит специальному белку БТШ-70, который резко увеличивающему число перемещений транспозонов и ускоряет генетическую изменчивость.

В настоящее время ТЖА - особое состояние клеток при стрессе - широко используется в биотехнологии для консервации тканей, органов и культур микроорганизмов, а также для создания банков геномов, для хранения активного посевного материала при биотехнологических производствах. Ингибиторный стресс активно используется в так называемой «красной» биотехнологии для получения из грибов лекарственных препаратов, например, ликопина, провитамина А, ранозаживляющих препаратов, активаторов желудочно-кишечного тракта, а в самые последние годы - в «черной» биотехнологии - для создания консервантов в пищевой индустрии.

Работа поддержана грантом РФФИ № 09-04-00430

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ РОДА *ASPERGILLUS*, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Чуенко А. И., Наконечная Л. Т., Жданова Н. Н.

Институт микробиологии и вирусологии имени Д. К. Заболотного НАН Украины, Киев

Микроскопические грибы рода *Aspergillus* могут развиваться на различных промышленных материалах, в том числе и на резинотехнических. Представители этого рода имеют преимущества перед другими микромицетами, так как большинству из них свойственна высокая скорость линейного роста. Кроме того, согласно литературных данных, грибы рода *Aspergillus* способны продуцировать широкий спектр органических кислот и ферментов, являющихся факторами повреждения материалов.

В результате изучения видового состава микроскопических грибов, поражающих резиновые материалы, нами было выделено 27 видов, относящихся к 16 родам. При этом 9 видов относились к роду *Aspergillus*: *A. alliaceus*, *A. carneus*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. giganteus*, *A. niger*, *A. sydowii*, *A. ustus*, *A. versicolor*. Необходимо отметить, что виды *A. flavus* и *A. sydowii* имели достаточно высокие значения частоты встречаемости - 81,8 и 45,5 %, соответственно.

Полученные данные схожи с результатами других исследователей, что наводит на мысль о специфичности видового состава грибов, вызывающих обрастание резин и изделий из них. Поражение резин грибами рода *Aspergillus* приводит не только к ухудшению внешнего вида материала и снижению его технических характеристик, но и представляет опасность для окружающей среды.

Следует обратить внимание на тот факт, что во внутренних слоях исследуемых резиновых образцов (до 25 мм) наблюдалось существенное (в 1,5 - 2 раза) увеличение содержания грибов рода *Aspergillus*, по сравнению с поверхностью. У других видов такой особенности выявлено не было.

Изготовление резинотехнических изделий обычно происходит при температуре 120 - 180 °С и давлении 0,2 - 0,3 МПа. Такое воздействие длится всего 10 - 20 минут, что может быть достаточным для полного уничтожения грибных конидий.

Согласно данным литературы, многим видам рода *Aspergillus* принадлежит важная роль в заболеваниях человека, т. к. они могут быть аллергенами, возбудителями оппортунистических микозов, а также способны образовывать микотоксины. Известно также, что такие виды как *A. sydowii* и *A. versicolor* могут развиваться при температуре около 37 °С, что соответствует температуре человеческого тела. Такую способность иногда рассматривают как «патогенный потенциал». Отдельные штаммы видов *A. sydowii* и *A. versicolor* способны к активному росту при температуре 40 °С, т. е. обладают термотолерантностью (Фомичева, 2007).

Не исключено, что термотолерантность может быть обнаружена и у других представителей рода *Aspergillus* и предположительно может иметь связь со способностью выживать при кратковременном воздействии высоких температур, что в свою очередь объясняет наличие жизнеспособных грибов внутри исследованных резинотехнических изделий.

БИОАККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ ПЛОДОВЫМИ ТЕЛАМИ БАЗИДИОМИЦЕТОВ

Широких А. А¹, Широких И. Г. ², Пушкарёва Л. В. ²

¹ГУ Зональный НИИСХ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, Киров

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, Киров

Грибы в процессе своего роста способны накапливать несвойственные для них химические элементы, в том числе тяжёлые металлы (ТМ), поглощая их из почвы и атмосферы. Накопление ТМ и их соединений в токсических концентрациях отмечается в урбаногенной среде вблизи автомобильных трасс, промышленных объектов, а также при технологических сбоях, когда в атмосферу происходит выброс загрязняющих веществ. Закономерности накопления элементов-загрязнителей таким компонентом биоты, как базидиальные грибы, изучены плохо. Между тем, данные по биоаккумуляции ТМ необходимы для оценки роли грибов в миграции поллютантов в биогеохимических циклах и звеньях пищевой цепи урбаногенных территорий и для выяснения возможности использования отдельных видов макромицетов в мониторинге окружающей среды.

Цель нашей работы - исследование аккумуляции ТМ плодовыми телами базидиальных макромицетов в различных по степени загрязнения биотопах города.

Исследования проведены в городе Кирове - развитом индустриальном центре, ведущими отраслями которого являются электроэнергетика, машиностроение и металлообработка, которые наряду с автотранспортом оказывают существенное влияние на загрязнение почв города ТМ. Сбор плодовых тел грибов для исследований осуществляли во второй-третьей декадах сентября в следующих биотопах: газоны в районах промышленного загрязнения и вдоль наиболее крупных автомагистралей, городские скверы и парки, загородные лесопарки. Всего было собрано 30 образцов, относящихся к 14 видам, по каждому виду анализировалось не менее двух образцов.

В обследованных городских биотопах сообщество базидиальных макромицетов было представлено в основном древоразрушающими (ксилотрофными) видами порядков *Aphyllorphorales* и *Agaricales*. Концентрации меди и цинка в грибах всех исследованных видов превышали концентрацию этих элементов в окружающей среде (почве) от 2 до 200 раз. Уровень суммарного накопления меди, цинка и свинца в плодовых телах грибов, как правило, отражал степень загрязнения ТМ окружающей среды в конкретном биотопе. Так, наиболее высокой суммарной концентрацией меди (Cu), цинка (Zn) и свинца (Pb) отличались базидиомы грибов, собранных с деревьев в транспортно-промышленной зоне (от 38 до 86 мкг/г), а минимальной (от 24 до 44 мкг/г) – в загородных лесопарках. Суммарное содержание ТМ в плодовых телах грибов из городских скверов и парков характеризовалось как промежуточное и колебалось от 20 до 72 мкг/г. Выявлена зависимость содержания цинка и меди в базидиомах *Trametes versicolor* и *Pholiota aurivellus* от концентрации подвижных форм этих элементов в окружающей среде. В условиях повышенного содержания в почве ТМ они накапливали значительно большее количество этих элементов, чем те же самые виды, но в условиях менее загрязнённых городских биотопов.

Сопоставление данных по валовому содержанию ТМ в базидиомах собранных в различных биотопах грибов с результатами определения подвижных форм ТМ в почвах, позволило установить, что загрязнение тех и других объектов увеличивается в ряду: загородные лесопарки < парки и скверы города < транспортно-промышленная зона.

На основании проведённых нами исследований можно заключить, что накопление ТМ в грибах определялось химической природой самого элемента, биологическими особенностями грибов, условиями их произрастания. Максимальные уровни накопления отмечены для цинка и меди, гораздо меньшие – для свинца. К числу грибов – концентраторов ТМ в городской среде могут быть отнесены виды рода *Ganoderma*, *Chondrostereum purpureum* и *Phellinus igniarius*.

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Шумилова Л. П., Куимова Н. Г.

Институт геологии и природопользования ДВО РАН, Благовещенск

Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, Благовещенск

К группе наиболее опасных загрязнителей природных экосистем относятся тяжелые металлы (ТМ), которые вовлекаются в биогенный круговорот и оказывают влияние на деятельность микроорганизмов, нарушая функционирование микробных сообществ почв. В настоящее время продолжается поиск новых подходов к оценке загрязнения экосистем токсикантами, в том числе с использованием почвенных микроскопических грибов в качестве индикаторов загрязнения. Цель выполненных исследований – изучить структуру комплекса почвенных макромицетов, определить фитотоксичность почв и микроскопических грибов, установить степень их вирулентности в зависимости от показателя суммарного загрязнения городских почв тяжелыми металлами.

На территории г. Благовещенск установлены локальные участки с высоким уровнем суммарного загрязнения ($Z_c > 32$) почв ТМ – это урбаноземы в радиусе до 50 м от кольцевой автомагистрали, естественно-антропогенные, поверхностно-преобразованные почвы в 50–100 м от ТЭЦ и на территории Городского парка. Показа-

но, что в урбаноземах, в зоне воздействия автотранспорта, микроорганизмы находятся в стрессовых условиях, в результате чего увеличивается доля грибов, изменяется структура комплекса микромицетов, наблюдается доминирование темноокрашенных форм. Основными факторами такого негативного воздействия на грибы являются: высокий уровень суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами ($Z_c > 32$), неблагоприятные физико-химические характеристики почв, низкое содержание органического вещества и др. свойства урбаноземов.

Установлена зависимость токсинообразующей способности микроскопических грибов от показателей суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами (Z_c): чем выше степень загрязнения почв ТМ, тем ниже процент выживаемости проростков и наоборот, выживаемость проростков резко увеличивается при низких показателях Z_c . В почвах с высоким, опасным уровнем загрязнения ($Z_c > 32$), микроскопические грибы проявляют максимальную агрессивность по отношению к растениям и угнетают всхожесть семян и развитие проростков практически на 100%. Результаты исследований показали, что фитотоксичность грибов можно использовать в качестве индикатора загрязнения экосистем тяжелыми металлами. Увеличение токсинообразующей способности грибов в зоне воздействия промышленных выбросов и автотранспорта способствует развитию вторичного токсикоза городских почв. Однако степень почвоутомления зависит не только от загрязнения почв поллютантами, фитотоксичности грибов, но и от физико-химических характеристик почв, содержания органического вещества, гранулометрического состава и т. д. Поэтому фитотоксичность почв можно использовать в качестве дополнительного показателя степени загрязнения почв металлами. Определены факторы вирулентности почвенных микромицетов, выделенных из городских почв: протеазная и фосфолипазная активности, рост при температуре 37°C. Способность к росту при повышенной температуре выявлена у 18 % штаммов – это представители рр. *Penicillium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Mucor*. Способность расщеплять лецитин и образовывать зоны просветления вокруг колоний проявили 72 % выделенных штаммов. Протеазной активностью обладали 27 % штаммов, среди них преобладали представители рода *Penicillium sp.*, присутствовали штаммы *Alternaria alternata*. Таким образом, более 50 % грибов, выделенных из городской среды, обладают факторами вирулентности, они представляют потенциальную угрозу для здоровья городского населения. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президиума ДВО РАН (10-III-B-06-140).

КОЛИЧЕСТВО СПОР МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ В ВОЗДУХЕ АРХИВОХРАНИЛИЩА

Суббота А. Г.¹, Чуенко А. И.¹, Яловенко Т. Н.², Письменная Ю. Б.²,

Налисниковский Б. А.², Мозговая С. Г.²

Институт микробиологии и вирусологии им Д.К.Заболотного НАН Украины, Киев

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев

Библиотеки и архивы играют ведущую роль в формировании информационного рынка современности и являются центрами, где накапливаются и сохраняются документы. Для профилактики их микологического повреждения первостепенным является количественная характеристика микобиоты воздуха фондохранилищ. В связи с этим нами было обследовано микологическое состояние воздуха современного хранилища архивных документов на бумажных носителях информации и проведен количественный анализ микобиоты воздуха.

Обследования показали, что режимы хранения документов соблюдаются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.50–2002 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Консервация документов. Общие требования». Воздух в архивохранилище поступает через фильтры из системы кондиционирования.

Для получения количественной характеристики микобиоты воздуха в обследованном архивохранилище нами было отобрано 95 проб. Пробы отбирались с использованием пробоотборника типа «Тайфун» в спокойном состоянии воздуха и в возбужденном (после передвижек фондов и при работе вентиляции) в чашки Петри на агаризованную среду Чапека, картофельно-глюкозный агар и МПА. Учитывалось количество выделенных колониеобразующих единиц с дальнейшим пересчетом их содержания на 1 м³ воздуха (КОЕ/м³).

Анализ результатов исследований показал, что в помещении хранилища количество спор микроскопических грибов в 1 м³ воздуха зависело от его состояния. В спокойном состоянии воздуха отмечено наименьшее количество микроскопических грибов – 49 КОЕ/м³, после передвижек фондов их количество незначительно повысилось – 74 КОЕ/м³ и 155 КОЕ/м³. Максимальное увеличение до 280 КОЕ/м³ наблюдалось при работе вентиляции.

Для хранилищ архивных и библиотечных фондов на сегодня отсутствуют нормативы и стандарты, обуславливающие допустимое количество микроскопических грибов в 1 м³ воздуха. Ранее наличие 10 КОЕ, осевших в течение 1 часа на чашке Петри при седиментационном методе отбора проб воздуха, считали удовлетворительным для хранилищ документов [Дворяшина, Монтуrowsкая, 1987; Мокеева, Бударина, 1991]. Позже было математически доказано, что эта величина соответствует 1000 КОЕ в 1 м³ воздуха при отборе проб аппаратом Кротова [Сергеева, 1992]. Со временем обнаружили, что количество 1000 КОЕ микроскопических грибов в 1 м³ воздуха при высоких показателях его относительной влажности (70–90%) может вызвать микологическое поражение бумаги [Нюкша, 1994]. Наряду с этим, в медицинской промышленности для помещений по выпуску нестерильных препаратов допускается 500 КОЕ/1 м³ воздуха [РДИ-64-29-84, 1984], однако количество 500 КОЕ/м³ в рабочей зоне воздуха микробиологической промышленности может вызвать сенсбилизацию организма человека [Влодавец, 1985].

В результате наших исследований установлено, что в хранилище архивных документов на бумажных носителях при соблюдении режимов хранения минимальное количество спор микроскопических грибов в спокойном состоянии воздуха может достигать 49 КОЕ/м³, в возбужденном – максимально 280 КОЕ/м³. На основании сопоставления приведенных выше данных литературы и полученных нами результатов рекомендуем принять 300 КОЕ в качестве предельного количества спор микроскопических грибов в 1 м³ относительно спокойного воздуха хранилищ документов. Мы считаем эту норму оптимальной для обеспечения сохранности документных фондов и предупреждения разного рода заболеваний работающих в хранилищах людей.

ДИАГНОСТИКА ДОМОВЫХ ГРИБКОВ ПРИ ПОМОЩИ ДНКЧИПА

Рангно Н.В.¹, Jacobs K.¹, WeiЯ В.¹, Scheiding W.¹, Myller D.², Hiller C.², Brabetz W.², Jung M.²

¹Mykolabor Dresden im Institut für Holztechnologie Dresden gGmbH, Дрезден, Германия

²Biotype Diagnostik GmbH, Дрезден, Германия

Разрушающие древесину базидиомицеты вызывают в зданиях значительные повреждения. При этом самая большая угроза исходит от домового грибка (*Serpula lacrymans*), который только в Германии приносит каждый год 200 млн. евро убытков. Наряду с ним на практике встречаются примерно 65 видов различных других домашних грибков, чаще всего это подвальные грибки (примерно 26%) и белые пористые грибки (примерно 11%).

Для распознавания и устранения разрушающих биологических факторов строительной древесины, согласно германскому промышленному стандарту 68 800 части 4, необходимо однозначное определение вида вредоносных организмов. При этом определение грибков посредством макроскопических и микроскопических признаков не всегда успешно. В последнее время, для определения грибковых семейств, были разработаны молекулярно-биологические методы на основе ДНК и ПЦР техники (PCR - *polymerase chain reaction*). Однако в связи со значительно высокими затратами, длительным временем обработки и проблемами, возникающими из за присутствия нескольких видов грибков в одной пробе, эти методы только ограничено применимы на практике.

Для быстрой и надежной диагностики наиболее часто встречающихся 27 видов домашних грибков, фирма Biotype Diagnostik GmbH совместно с микологической лабораторией Дрезденского Института Технологии Древесины в рамках научного проекта, разработали ДНКчип.

Для создания ДНКчипа были выявлены из сиквенсов ITS-региона рибосомальной ядерной ДНК (рДНК) по два специфичных олигонуклеотидных зонда для каждого из 27 видов грибков. Специфичные и контрольные зонды были закреплены на поверхности стеклянного слайда в дубликатной последовательности. За основу технологии была выбрана чип лигазная реакция (ALR- *arrayed ligation reaction*).

Если последовательность одиночной цепи ДНК диагностируемого грибка, после ПЦР и денатурирования полностью комплементарна специфичному зонду, то образуется двуцепочечная ДНК. Детектирование производится посредством лигирования зонда и специального олигонуклеотида, который соответственно полностью комплементарен соответствующим нуклеотидам анализируемой ДНК и маркирован флуоресцентным веществом. Количество и расположение лигированных олигонуклеотидов определяется по количеству флуоресцентных сигналов после отмывки непрореагировавших олигонуклеотидов, при помощи чипсканера. Специфичные зонды, контрольные зонды и ALR технология обеспечивают высокую специфичность ДНКчипа и позволяют определять одновременно до 27 видов грибков в одной пробе за один час после ПЦР.

В октябре ДНКчип с успехом прошел аналитическую и диагностическую оценку в восьми лабораториях Германии и стал новым коммерческим продуктом „Mycotype® BasidioQS“ фирмы Biotype Diagnostik GmbH, для диагностики домашних грибков.

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКОБИОТЫ ПАЛЕОПОЧВ

Сахаров Д. С., Марфенина О. Е.

Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва

Погребенные древние почвы представляют собой уникальные природные объекты, в которых грибные сообщества в течение длительного времени могут находиться, а, возможно, и развиваться в сравнительно неблагоприятных по сравнению с поверхностными почвенными горизонтами условиях (пониженные температуры, более низкое содержание кислорода и т.д.). В то же время по сравнению с вмещающими минеральными слоями гумусированные горизонты палеопочв имеют более высокое содержание органического вещества и, следовательно, несколько лучшие условия для развития микроорганизмов. Целью нашей работы было изучение особенностей и экологических свойств микобиоты ряда древних погребенных почв.

Был исследован ряд разновозрастных палеопочв (Вологодская обл., погребенная дерново-глеявая почва, 30 тыс. лет; Мурманская обл., Al-Fe-гумусовый подзол с погребенным гумусовым горизонтом, 10 тыс. лет; Смоленская обл., погребенная дерново-глеявая почва, 1,2 тыс. лет; Ставропольский край, дерново-карбонатная почва с погребенными горизонтами 1 тыс. лет; респ. Тыва, чернозем с погребенными горизонтами, 3 тыс. лет).

Методом прямого учета при окраске калькофлюором было установлено, что в погребенных почвенных горизонтах содержатся преимущественно мелкие (2-3 мкм) грибные споры, мицелий встречается в незначительных количествах.

Определение состава грибных комплексов проводили методом глубинного посева разведенной почвенной суспензии на агаризованные питательные среды. Во всех исследованных объектах обнаружены комплексы жизнеспособных микроскопических грибов, способных к культивированию в стандартных лабораторных условиях. В минеральных горизонтах, как правило, доминируют представители рода *Penicillium*; палеогумусовые горизонты содержат более разнообразную микобиоту. Наиболее характерным видом для глубинных горизонтов оказался гриб *Geomyces pannorum* (Link) Sigler & J.W. Carmich. Из глубинных горизонтов, как правило, не выделяется стерильный мицелий, характерный для поверхностных горизонтов, а также темноокрашенные грибы.

Установлено, что типичные для глубинных горизонтов виды являются психротолерантными, т.е. способными к росту при 5°C. Пониженные температуры культивирования способствуют более обильному выделению некоторых грибов, главным образом, *Geomyces vinaceus* Dal Vesco и *G. pannorum*.

Виды, выделенные из палеопочв, демонстрируют умеренный рост при пониженном содержании кислорода (3-8%, культивирование с использованием генераторов атмосферы bioMérieux GENbag). В сопоставлении со стандартными условиями, наблюдается задержка роста на 1-3 сутки и снижение темпа роста в 1,5-2 раза в стадии линейного роста.