

Микроскопические грибы в воздухе помещений

Качество жизни современного человека во многом определяется качеством воздуха помещений, в которых он живет или работает. Это связано с тем, что жизнедеятельность людей, проживающих в городах развитых стран, в частности в мегаполисах, преимущественно проходит именно в помещениях. Среди составляющих воздуха помещений (химических, биологических, физических и др.) особое место занимает биологический компонент, связанный с наличием в воздухе микроскопических грибов.

Многочисленными исследованиями доказано, что микроскопические грибы принимают участие в патогенезе различных заболеваний человека. Они могут быть возбудителями микозов, участвовать в развитии микогенной аллергии, аллергического бронхолегочного аспергиллеза, аллергического «грибного» риносинусита и т. п. Поэтому микроскопические грибы помещений (в пыли, воздухе, на стенах) рассматриваются как существенный фактор, который может отрицательно влиять на здоровье человека. В числе аллергенов в помещении грибы занимают 2-е место после клещей семейства *Pyroglyphidae*, то есть грибы относят к основным причинам возникновения аллергических состояний.

Сенная лихорадка была описана в 1819 г., а в 1873 г. была показана роль микроскопических грибов в ее этиологии. В настоящее время установлено, что от 10 до 32% atopических больных сенсibilизированы к различным грибковым аллергенам. Сенсibilизация организма человека происходит преимущественно в результате его контакта со спорами грибов; это повышение чувствительности организма человека к действию раздражителей лежит в основе ряда аллергических заболеваний. В ряду учитываемых особенностей грибов обращают на себя внимание размеры их спор (от 1-2 до 20-40 мкм), способность спор переноситься на далекие расстояния от места зарождения и длительность выживания во внешней среде при неблагоприятных условиях. Микроскопические грибы способны образовывать огромное количество спор (за 24 ч из одной споры *Aspergillus fumigatus* может образоваться 1000 головок аспергилла, дающего 65×10^6 спор) и длительное время сохранять свою жизнеспособность (например, споры некоторых представителей родов *Penicillium* и *Cladosporium* остаются жизнеспособными при сухом хранении в течение 2-10 лет).

Многочисленными исследованиями доказано значение микогенной сенсibilизации в патогенезе аллергического ринита, бронхиальной астмы (БА), аллергических бронхолегочных микозов, экзогенного аллергического альвеолита, atopического дерматита. Аллергические реакции на грибковые аллергены, затрагивающие нижние дыхательные пути, встречаются чаще, чем пылевая аллергия. С респираторными симптомами микогенной аллергии связаны свыше 80 видов грибов. Эпидемиологические и клинические исследования сфокусированы на таких основных родах, как *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* и *Penicillium*. Установлено, что из 1286 детей с БА, проживающих в городах США, положительные кожные пробы к *Alternaria* spp. были выявлены в 38,3% случаев, в то время как к тараканам — в 35,8%, к домашней пыли — в 34,6% случаев.

Гиперчувствительность к *Alternaria* также связывают с тяжелой, жизнеугрожающей БА. От 50 до 80% больных БА положительно реагируют на пробы с антигенами плесневых грибов. Это означает, что грибы являются основной причиной или компонентом совокупности причин развития данного заболевания.

Согласно результатам медицинских наблюдений и по данным Всемирной организации здравоохранения, концентрацию 500 колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 м³ в воздухе помещений предложено считать пороговой, увеличение которой может вызывать стойкую сенсibilизацию у людей и приводить к развитию приступов БА у лиц с генетической склонностью к atopии. Однако в литературе есть данные, свидетельствующие о влиянии различных концентраций спор плесневых грибов на развитие аллергических заболеваний у людей, имеющих повышенную чувствительность к микогенным аллергенам. Так, по данным J. Laseu, для больных с генетической предрасположенностью к atopии пороговая концентрация спор микроскопических грибов в воздухе жилых помещений составляет всего 10 КОЕ/м³. Пребывание этих людей в помещениях, где численность грибов родов *Alternaria* и *Cladosporium* превышает 80-100 и 2800-3000 КОЕ/м³ воздуха соответственно,

может привести к развитию у них приступов БА.

Акцент на вопросах оценки влияния на человека среды его существования дает основания многим исследователям считать, что нормирование содержания КОЕ микроорганизмов в 1 м³ воздуха помещений в большой степени зависит от видовой принадлежности грибов, поскольку среди них встречаются сапротрофные, условно-патогенные, патогенные, токсигенные организмы. Кроме того, в развитии различных патологий, связанных с микроскопическими грибами, в частности микозов, важную роль играют следующие патогенетические факторы:

- нарушение обмена веществ и функции эндокринной системы (гипо- и диспротеинемия; гипергликемия; грубые длительные погрешности в питании; хронические заболевания желудочно-кишечного тракта; дисфункции щитовидной и половых желез; надпочечников и др.);

- возрастная предрасположенность к некоторым микозам (у детей дошкольного и школьного возраста — к дерматофитиям, у детей раннего возраста, новорожденных — к кандидозам);

- гипо-, авитаминозы, нарушения витаминного баланса при большинстве микозов;

- нерациональное применение антибиотиков, сульфаниламидов и других препаратов, приводящее к развитию дисбактериоза, а также дисбактериоз на фоне хронических заболеваний, нарушений диеты;

- иммунодефициты, развивающиеся на фоне инфекционного или гематологического заболевания, онкологического процесса, интоксикаций и др.;

- профессиональная предрасположенность к некоторым микозам при нерациональных условиях труда (плесневые микозы у мукомолов, работников микологических лабораторий; у лиц, занятых в производстве антибиотиков; при вдыхании большого количества спор грибов и др.).

В настоящее время доказано, что грибные споры, которые имеют размеры не более 3-4 мкм, являются стойкими к оседанию и накапливаются в воздухе помещений за счет диффузионно-седиментационного равновесия, создавая своеобразный аэрозольный грибной фон. Максимум содержания спор грибов обычно выявляется на высоте 0,25 м от уровня пола; сравнительно меньше — в середине помещения (на высоте 1,25 м), где доминируют виды рода *Penicillium*, размер спор которых обычно составляет 2-3 мкм. Увеличение численности спор наблюдается под потолком (на высоте 2-2,5 м), где в наиболее теплом слое воздуха часто преобладают теплолюбивые виды грибов рода *Aspergillus*. Мелкие споры микроскопических грибов (2,5 мкм)



Рис. 1. *Penicillium* spp. в пробах воздуха жилого помещения с высоким уровнем электростатического поля



Рис. 2. *Alternaria* sp., *Stachybotrys chartarum*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium* spp. в пробах воздуха жилого помещения, в котором выявлены повреждения отделочных материалов стен (краски, обоев)



Рис. 3. Повреждения микроскопическими грибами стен помещений

могут задерживаться на частицах пыли. В этом случае образуются значительные по размерам агрегаты «пыль-споры», которые быстро могут оседать на разнообразных поверхностях. Пыль, которая собирается на поверхности предметов, адсорбирует из окружающей среды различные загрязнители, в частности выбросы промышленных предприятий, что является особенно актуальным для промышленных регионов. Установлено, что органические и неорганические вещества пылевых загрязнений могут быть как дополнительным, так и полноценным источником питания для микроорганизмов, в том числе для микроскопических грибов. Кроме того, доказано, что пыль способствует избыточному увлажнению поверхностей, на которых она накапливается. Последнее является крайне важным стимулирующим фактором для развития грибов. Следовательно, наличие пыли в помещениях является важным фактором, который способствует накоплению и развитию микроскопических грибов.

Оценивая патологические состояния людей, которые возникают при ингаляции плесневых аэрозолей, оперируют понятиями «синдром больных помещений», «синдром отравления органической пылью». Количество научных публикаций, посвященных изучению

распространения микроскопических грибов в помещениях, где обитает человек, в последние десятилетия значительно увеличилось. Проанализированные нами публикации свидетельствуют о том, что широкомасштабные и многолетние исследования, посвященные вопросам качества жизни людей в окружении микроскопических грибов, проведены в США, странах Западной Европы, в России, фрагментарно – в Украине. Основопологающим мотивом для проведения таких исследований служит положение, согласно которому увеличение содержания грибов в воздухе помещений может отрицательно влиять на здоровье человека. Поэтому изучение микобиоты (количественного и видового состава микроскопических грибов) жилых помещений является в настоящее время одной из актуальных проблем здравоохранения. При оценке влияния среды на человека необходимо учитывать следующее: какие именно грибы и в каком количестве обнаружены, каким из них присущи потенциальные патогенные свойства, где и когда эти грибы могут развиваться, сохраняя свою жизнеспособность и нанося вред здоровью человека.

Так, при проведении микологических обследований 262 жилых помещений г. Москвы (РФ), в которых проживают пациенты с аллергией и здоровые люди, в воздухе и пыли этих помещений обнаружены 145 видов микроскопических грибов. Около 18% из них составляли аллергенные и около 30% – условно-патогенные виды. Ядро микобиоты жилых помещений г. Москвы формируют представители родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Cladosporium*. В пыли и воздухе обследованных помещений обнаружены грибы, которые являются доказанными источниками аллергенов. Полученные данные авторы исследования предлагают учитывать при лечении и профилактике аллергических заболеваний. Проведенные обследования 45 квартир в г. Санкт-Петербурге позволили выявить 90 изолятов микроскопических грибов, среди которых лишь 4,4% не имели ни одного из протестированных авторами факторов патогенности, 36,7% обладали двумя факторами патогенности, 30,0% проявили активность трех протестированных свойств; то есть в жилых помещениях возможно формирование сообществ микроскопических грибов, обладающих высокой степенью вирулентности и представляющих потенциальную угрозу для здоровья людей.

Исследования, проведенные автором данной статьи в жилых помещениях г. Киева, свидетельствуют о том, что практически во всех случаях количественные показатели микроскопических грибов в воздухе обследованных помещений превышают 500 КОЕ/м³ (от 578 до 8707 и выше). Что касается видового состава выявленных микроскопических грибов, то обращает на себя внимание доминирование в воздухе помещений грибов родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium* (рис. 1–2). Все указанные грибы, с одной стороны, являются обычными для атмосферного воздуха средних широт с мая по октябрь, поскольку условия для их размножения оптимальны. С другой стороны, обнаруженные в воздухе обследованных помещений грибы родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium* признаны аллергенными факторами. Представители целого ряда выявленных видов грибов (*Aspergillus versicolor*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus candidus*, *Alternaria longipes*, *Alternaria infectoria*, *Cladosporium*

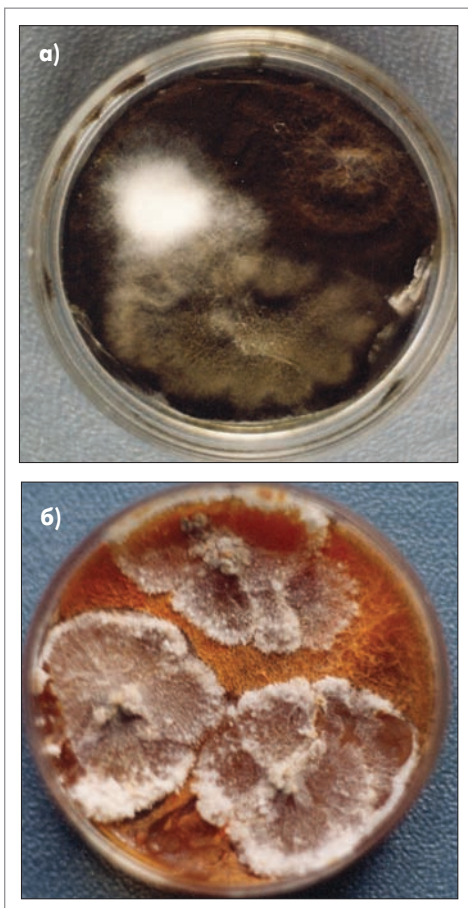


Рис. 4. Микроскопические грибы в пробах, отобранных с поврежденных стен помещений (а – *Cladosporium* sp., *C. sphaerospermum*, *Verticillium lecanii*; б – *Nectria inventa*, *Acremonium murorum*)



Рис. 5. Микроскопические грибы в пробах, отобранных с поврежденных акриловых герметиков в ванной комнате (*Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Rhodotorula* sp.)

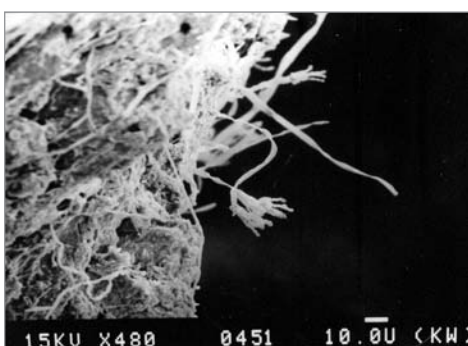


Рис. 6. Микроскопические грибы *Penicillium* sp. на поврежденном материале

herbarum, *Cladosporium sphaerospermum*, *Fusarium oxysporum*, *Geotrichum candidum*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium chrysogenum* и др.) могут негативно влиять на здоровье человека, то есть представляют определенную серьезную опасность, особенно для лиц с пониженным иммунным статусом. Выявление микроскопических грибов (в частности, видов *Geotrichum candidum* и др.) свидетельствует о загрязненности помещений, присутствию в них большого количества пыли (в помещениях создается своеобразный аэрозоль, состоящий из конгломератов пыли и спор микроорганизмов). Основными причинами выявления большого количества и видового разнообразия грибов в воздухе обследованных помещений были плохая (недостаточная)

вентиляция; наличие источников влаги в домах и, соответственно, поверхностей, поврежденных грибами, и др.

Если в помещениях есть поверхности, зараженные микроскопическими грибами (стены, обои, разные предметы и др.), то нагрузка грибной среды на человека значительно увеличивается, что может привести к возникновению разнообразных патологических состояний. В г. Санкт-Петербурге 42% детей, страдающих хроническими бронхитами и БА, проживают на первых этажах зданий с признаками биоповреждений. Явные проявления роста плесневых грибов, а также запах плесени часто отмечают или нередко обнаруживают в зданиях, в которых констатируются повышенные показатели влагосодержания материалов и воздушной среды зависящих, в свою очередь, от многих составляющих.

Причинами повреждений материалов стен могут быть разнообразные эксплуатационные и строительные нарушения, которые приводят к увеличению влагосодержания материалов внутренних поверхностей помещений, – отсутствие или неисправность гидроизоляции вокруг зданий, трещины в стенах, между отмошками и стенами зданий; протекание крыш, неисправность или отсутствие водосточных труб, вентиляции; вода в подвалах нижних этажей зданий; наличие бассейнов в полуподвальных помещениях коттеджей наряду с отсутствием правильно налаженной вентиляции; промерзание стен зимой, нарушение работы кондиционеров, систем отопления; аварии систем тепло- и водоснабжения и проч. При наличии таких нарушений наблюдаются изменения состояния стен: преимущественно нарушается целостность поверхностей материалов, что выражается в наличии вздутий, отслоений, опадания краски, побелки и штукатурки, налетов и пятен разного цвета, размера и консистенции (рис. 3).

Очень часто в жилых, офисных и других помещениях, где параметры температуры и относительной влажности воздуха поддерживаются за счет установки кондиционеров, можно наблюдать очаги развития микроскопических грибов в так называемых застойных зонах – в местах с пониженной скоростью обмена воздуха и высоким уровнем запыленности: в промежутках между стенами (в основном внешними стенами здания) и мебелью, между стенами и полочками и т. п.

Результаты микологического исследования поврежденных микроскопическими грибами отделочных материалов стен помещений (штукатурки и краски) в 28 зданиях разного назначения г. Киева свидетельствуют о том, что основными агентами деструктивных процессов являются микроскопические грибы родов *Aspergillus*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Ulocladium* (рис. 4). Среди 88 видов грибов, изолированных с поврежденных материалов стен в обследованных помещениях, значительное количество видов представляют потенциальную опасность для здоровья человека, в частности *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus versicolor*, *Alternaria alternata*, *Geotrichum candidum*, *Mucor plumbeus*; виды родов *Rhizopus*, *Cladosporium* и *Ulocladium*; *Penicillium aurantiogriseum*, *Stachybotrys chartarum*. Относительно *S. chartarum* необходимо отметить, что данный вид грибов является продуцентом трихотеценовых микотоксинов, которые признаны одними из наиболее опасных микотоксинов и способны модифицировать иммунные реакции

организма человека, осуществляя иммуннодепрессивный эффект на гуморальный ответ. Продолжительный контакт с токсигенными спорами *S. chartarum* может привести к значительному ухудшению состояния здоровья людей.

В толще материалов и на их поверхности плесневые грибы образуют обильно спорносящие колонии, в которых споры достаточно слабо укреплены на соответствующих структурах. Достаточно малейшего движения воздуха, чтобы спора отделилась от своего основания и понеслась на неопределенно далекое расстояние, увлекаемая потоком воздуха. Восходящими воздушными потоками споры грибов поднимаются из подвалов и с нижних этажей практически на все остальные этажи зданий. В местах горизонтальных перекрытий ламинарные потоки воздуха превращаются в турбулентные. В завихрениях происходит снижение скорости движения воздуха, и взвешенные в нем частицы, в том числе и споры грибов, теряют скорость и оседают на плоские поверхности: лестничные площадки, карнизы, подоконники и др. Горизонтальные потоки воздуха, сами жители домов переносят пыль вместе со спорами грибов – компонентами этой пыли – непосредственно в жилища.

Для формирования грибной среды в помещениях большое значение имеет внешняя среда города, что подтверждено исследованиями российских ученых. Так, многие виды грибов, постоянно присутствующие в московских городских почвах (*Penicillium chrysogenum*, *Alternaria alternata* и др.), доминируют или часто выделяются и из пыли московских квартир. Таким образом, при формировании грибных сообществ в помещениях большое значение играет занос микроскопических грибов извне. Дальнейшая стимуляция развития отдельных групп грибов может определяться в зависимости от экологических условий помещения (режима влажности и температуры, воздухообмена и т. д.). В помещениях, пораженных микроскопическими грибами, люди чаще всего болеют респираторными заболеваниями (ринитом, фарингитом, синуситом). У жильцов домов, зараженных микромицетами, зафиксированы частые проявления БА, нейродермита, поражение слизистой оболочки рта и носа. Места повреждений внутренних поверхностей помещений представляют собой дополнительный источник пыли, а в случае заражения их грибами-деструкторами – еще и дополнительный источник поступления КОЕ микроскопических грибов в воздух помещений (рис. 5, 6). Последнее может привести к значительному увеличению общей засоренности воздуха.

Оценка рисков для человека при биологическом загрязнении среды его обитания является одной из важнейших проблем экологии человека. Итогом исследования проблемы того или иного риска должно быть управление риском, предусматривающее выбор и реализацию мер для его уменьшения. В настоящее время принято считать, что важнейшей стратегией контроля и снижения риска различных заболеваний, вызываемых грибами, должна быть их профилактика, а одной из первоочередных задач профилактики и лечения больных с сенсibilизацией к бытовым аллергенам является снижение концентрации спор микроскопических грибов, то есть элиминация (исключение, удаление) причинно значимых грибковых аллергенов.

Список литературы находится в редакции.

