

Т.А. Кондратюк, завідувача науко-дослідницької лабораторії ботаники відділення експериментальної біології  
ОНЦ «Інститут біології» Київського національного університету ім. Тараса Шевченка

# Елімінація мікроскопічних грибів, содержащихся в повітрі і пилі жильних приміщень

В численних дослідженнях доведено, що мікроскопічні гриби беруть участь в патогенезі різних захворювань людини. Вони можуть бути збудителями мікозів, брати участь в розвитку мікогенної алергії, алергічного бронхолегочного аспергіллеза, алергічного грибного риносинусита і т.п.

В медичній практиці з грибами зв'язують розвиток алергічних станів при бронхіальній астмі (БА), захворюваннях ЛОР-органів, кон'юнктивітах, васкулітах, ентерітах і др. Активно обговорюються питання про патогенетичну участь грибкової сенсибілізації в течії хронічних захворювань. В останні роки констатується значний ріст алергічних захворювань, обумовлених мікроскопічними грибами. Хоча алергенні властивості можуть проявлятися у великої кількості грибів (близько 200 видів), найбільш поширеними і важливими агентами алергічних захворювань людини визнані гриби роду *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Ulocladium*, *Penicillium*, *Stemphylium*, *Rhizopus* і др. Гіперчутливість до *Alternaria* зв'язують з важкою, життєвоюгроюючою БА. Встановлено, що від 50 до 80% хворих БА позитивно реагують на проби з антигенами пліснявих грибів, тобто гриби є основною причиною або компонентом причин розвитку цього захворювання. Достатньо докладно питання потенціальної небезпеки мікроскопічних грибів, які виявляють в повітрі приміщень, освещено в статті, опублікованій в № 5/2011 «Медичної газети «Здоров'я України».

В зв'язі з збільшенням рівня алергічних захворювань серед міського населення особливу увагу приділяють поширенню мікроскопічних грибів всередині приміщень – в повітрі і пилі. Особливо це стосується станів житлових приміщень – наявності пошкоджених поверхонь, кількості пилі, коврових покриттів, кондиціонерів і т.д. І найголовніше, при оцінці впливу середовища на людину необхідно врахувати: скільки і які гриби виявлені в приміщенні, якими з них присущі потенційно патогенні властивості, де і коли вони можуть розвиватися, зберігаючи життєспроможність і наносячи шкоду здоров'ю

людини. Це обумовлено тим, що в наші часи найважливішою стратегією контролю і зменшення ризику різних захворювань, викликаних грибами, прийнято вважати їх профілактику, а однією з пріоритетних завдань профілактики і лікування хворих з сенсибілізацією до побутових алергенів є зниження концентрації спор мікроскопічних грибів, тобто елімінація причинно-значимих грибкових алергенів.

Метою дослідження – проведення мікологічної експертизи семи житлових приміщень (квартир), які розташовані на різних поверхах (2-й, 7-й, 12-й, 15-й і 16-й) багатоквартирних будинків і знаходяться в різних районах м. Києва і його пригороді г. Вишгороді.

## Матеріали і методи

В дослідженнях, проведених в кінці 2010 г. – початку 2011 г., згідно з угодою з ООО «HYLA-Україна» використовувалась універсальна (багатофункціональна) очищувальна система (пилесос) HYLA компанії HYLA International GmbH & Co KG.

В дослідженні застосовували методи, прийняті в експериментальній мікології і мікробіології. Для порівняльного аналізу використовували метод седиментації колонієутворюючих одиниць (КОЕ) на поверхню стандартних твердих питательних середовищ. Чашки Петри з зазначеними середовищами розставляли в приміщенні методом конверта (в п'яти точках), час експозиції становив 35-60 хвилин. Розрахунок КОЕ в 1 м<sup>3</sup> повітря здійснювали за допомогою відповідної формули. Визначення кількості і якісних характеристик грибів в повітрі житлових приміщень проводили до збору, після збору з використанням звичайних пилесосів і після збору з використанням системи HYLA. Визначали кількість КОЕ мікроскопічних грибів в 1 м<sup>3</sup> повітря

в окремих п'яти точках приміщень, за тем розраховували середнє значення цього показника, яким оперували при інтерпретації результатів. Вміст КОЕ мікроскопічних грибів в пилі одягів, килимів, подушок і т.п. визначали, висіваючи на тверді питательні середовища навіски пилі, вилучені системою HYLA, або мерні кількості забрудненої води з колби апарату HYLA. Було отримано і оброблено 123 проби повітря і пилі. Ідентифікацію ізолюваних чистих культур мікроскопічних грибів проводили з допомогою шкал, розроблених вітчизняними і зарубіжними дослідниками. При виконанні таксономічного аналізу використовували

кількість КОЕ мікроскопічних грибів в 1 м<sup>3</sup> повітря до проведення збору становило 577-1385 КОЕ/м<sup>3</sup>. Напамині, за даними ВОЗ і згідно з результатами медичних спостережень концентрація 500 КОЕ грибів в 1 м<sup>3</sup> повітря приміщень вважається пороговою, тобто її збільшення може викликати стійку сенсибілізацію у людей і призвести до розвитку приступів БА у осіб з генетичною схильністю до атопії. Відповідно, люди, що проживають в квартирах, де виявлено підвищене значення КОЕ грибів в повітрі, підлягають ризику виникнення різних патологічних станів, зв'язаних з сенсибілізацією організму.

Ідентифікація ізолюваних мікроскопічних грибів показала, що в повітрі і пилі досліджуваних квартир присутні мікроскопічні гриби, численні представники яких є загальнопризнаними збудителями різних захворювань, зокрема:

– *Aspergillus versicolor* може викликати остіомієліт, оніхомікоз, інвазивний аспергіллез;

– *Aspergillus niger* – отомікоз, дисемінований аспергіллез, легочну аспергіллезу (особливо у хворих діабетом), перитоніт, ендодальміт, ендокардит, оніхомікоз, належить до IV групи патогенності;

– *Alternaria alternata* – алергії, опортуністичні інфекції, кератит, оніхомікоз, продуцент токсинів;

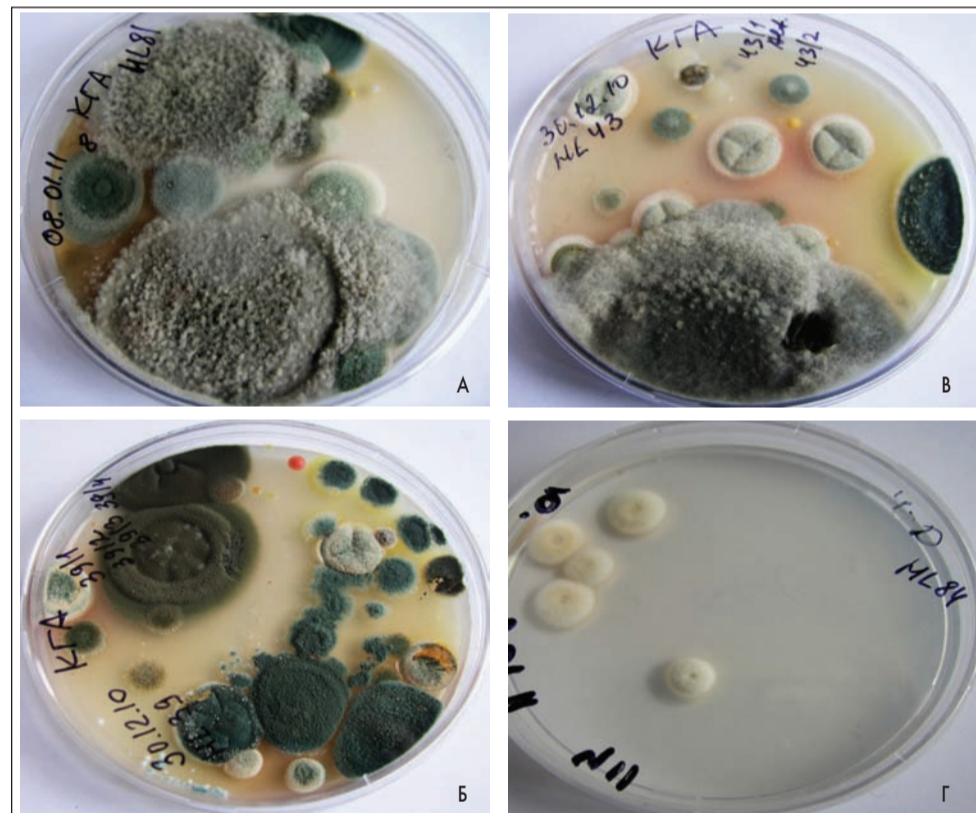


Рис. 2. Мікроскопічні гриби в пробах повітря житлового приміщення, в якому виявлені пошкодження окремих матеріалів стін

А – мікроскопічні гриби *Aspergillus versicolor*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Penicillium* spp. в пробі повітря житлового приміщення до збору;

Б – мікроскопічні гриби *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus* spp., *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* spp. в пробі повітря житлового приміщення після збору звичайним пилесосом;

В – мікроскопічні гриби *Aspergillus versicolor*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* spp., *Stachybotrys chartarum* в пробі повітря житлового приміщення після збору звичайним пилесосом;

Г – *Aspergillus versicolor* в пробі повітря житлового приміщення після збору системою HYLA

9-е видання «Словаря грибів»; сучасні назви видів грибів уточнювали, використовуючи ресурси Інтернет, зокрема індекс грибів.

В досліджуваних житлових приміщеннях збір здійснювався з різною періодичністю звичайними пилесосами різних виробників. Пилесоси відрізнялись тривалістю експлуатації (від року до 16 років); потужністю (від 800 до 2000 ватт); різноманітністю ємкостей для збору пилі (тканеві, паперові мішки, пластикові мийні ємкості і т.п.). Очищення поверхонь в цих приміщеннях проводилось з різною періодичністю (4-5 разів на тиждень, 1-2 рази на тиждень, 1 раз в 3-4 тижні). З різною періодичністю здійснювалась також волога збірка.

## Результати

Результати дослідження свідчать про те, що в п'яти з семи досліджуваних

– *Cladosporium herbarum* – ураження шкіри, екзема;

– *Cladosporium sphaerospermum* – оніхомікоз, ураження шкіри, алергії;

– *Geotrichum candidum* – геотрихоз, глибокі інфільтрації в тканинах, ураження шкіри, слизових оболонок, бронхів, належить до IV групи патогенності;

– *Mucor plumbeus* – мукоромікоз, ураження шкіри;

– *Rhizoglyphus mucedoni* – отити, мікози;

– *Penicillium aurantiogriseum* – респіраторні захворювання, алергії;

– *Stachybotrys chartarum* – стахіботриотоксикоз, продуцент трихотеченових токсинів (однієї з найважливіших і небезпечніших груп мікотоксинів), які здатні модифікувати імунні реакції організму людини, викликати імунодепресивний ефект на гуморальну відповідь, тривалий контакт з токсичними спорами *S. chartarum* може призводити

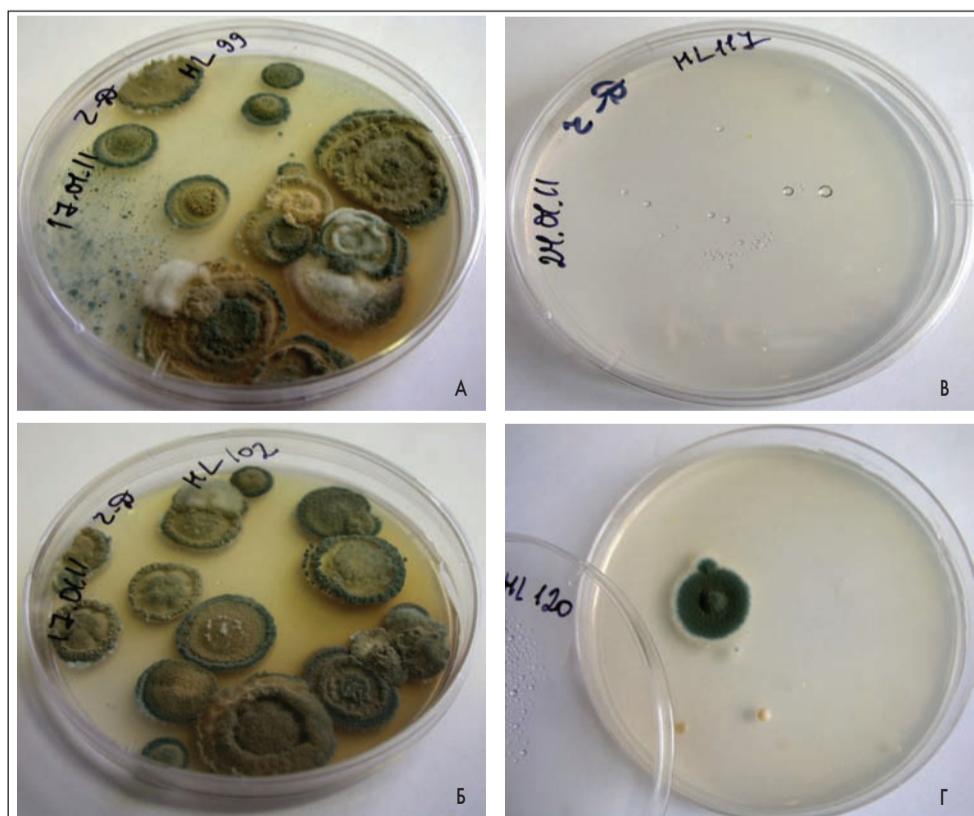


Рис. 1. Мікроскопічні гриби *Penicillium* spp.

в пробах повітря житлового приміщення з високим рівнем електростатичного поля

А – до збору, Б – після збору звичайним пилесосом, В, Г – після збору системою HYLA

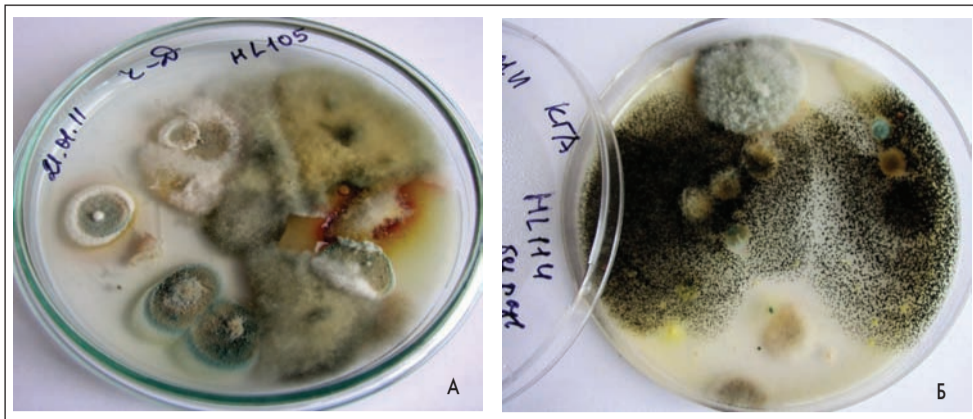


Рис. 3. А – мікроскопічні гриби *Penicillium* spp., *Alternaria* sp., *Cladosporium shaerospermum*, *Mycelia sterilia* в пробах пилі, извлеченной системою NYLA из коврового покрытия пола (помещение с высоким уровнем электростатического поля). Б – мікроскопічні гриби *Aspergillus niger* var. *niger*, *Aspergillus* sp., *Alternaria longipes*, *Penicillium* spp. в пробах пилі, извлеченной системою NYLA из глубины одеяла с наполнителем из распушенной натуральной шерсти

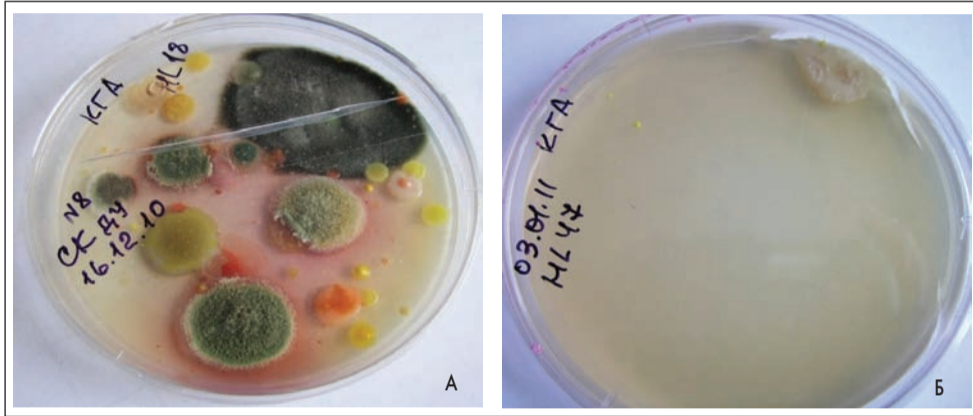


Рис. 4. А – мікроскопічні гриби *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium shaerospermum*, *Penicillium* sp. и бактерии в пробе воздуха жилого помещения до уборки. Б – проба воздуха жилого помещения после уборки системою NYLA

к существенному ухудшению состояния здоровья людей;

– *Rhizopus stolonifer* – риноцеребральные микозы, относятся к IV группе патогенности.

Таким образом, грибы, выявленные в воздухе и пыли обследованных помещений, представляют потенциальную угрозу для здоровья людей (особенно с пониженным иммунным статусом), а также для тех, кто принадлежит к группе риска, в частности детей дошкольного возраста. В воздухе обследованных квартир доминировали (количество, превышающее 50%) различные виды микроскопических грибов.

Результаты сравнения количества КОЕ микроскопических грибов в 1 м<sup>3</sup> воздуха обследованных помещений до и после использования обычных пылесосов свидетельствуют о том, что после уборки обычными пылесосами в большинстве помещений количество КОЕ микроскопических грибов в 1 м<sup>3</sup> воздуха в лучшем случае не увеличивалось. В двух квартирах после уборки обычным пылесосом количество КОЕ грибов в 1 м<sup>3</sup> воздуха увеличилось. В одной из квартир (12-й этаж 16-этажного дома) в воздухе выявили абсолютное преобладание (90-95%) грибов рода *Penicillium*. Как правило, *Penicillium* spp. имеют очень мелкие споры (2-3 мкм) и могут оседать на частицах пыли, которая, в свою очередь, может притягиваться электростатическим полем и задерживаться в воздухе. В указанной квартире констатировано достаточно высокое электростатическое поле – между жильцами постоянно «проскакивают» электростатические разряды, такими же разрядами в этом помещении «бьются» металлические ручки дверей. Причиной этого является сосредоточение большого количества разнообразной бытовой электротехники (телевизоров, кондиционеров, компьютеров и др.) в небольшой квартире (общая площадь 54 м<sup>2</sup>). Общеизвестно, что электромагнитное излучение экранов телевизоров и компьютеров, электромагнитные поля бытовых приборов и кондиционеров деионизируют воздух и делают его малоприспособленным для дыхания. В воздухе обследованного помещения образовался своеобразный аэрозольный фон, созданный электростатическим полем, пылью и спорами грибов рода *Penicillium*. Результаты исследования свидетельствуют о том, что регулярная уборка квартиры (4-5 раз в неделю) современным пылесосом (выпущен в 2009 г., мощность 2000 ватт)

не приводит к уменьшению количества КОЕ грибов (до уборки этот показатель составлял 1269 КОЕ/м<sup>3</sup>, после – 1269-1352 КОЕ/м<sup>3</sup>). В этом помещении число КОЕ микроскопических грибов в воздухе уменьшилось с 1269 до 74 КОЕ/м<sup>3</sup>, то есть в 17 раз, после использования очистительной системы NYLA (рис. 1). Работа системы NYLA основана на уникальном принципе двойной очистки воздуха с помощью воды вместо фильтра и специального сепаратора. Проходя через сепаратор, который вращается со скоростью 25 тыс. оборотов в минуту, воздух интенсивно перемешивается с водой, очищается и затем возвращается в помещение уже максимально очищенным и ионизированным.

Наиболее значительное увеличение количества КОЕ грибов в 1 м<sup>3</sup> воздуха (с 866 до 1246) после применения обычного мощного пылесоса (пять лет эксплуатации, 2000 ватт) наблюдали в квартире, где стены кухни и балкона повреждены микроскопическими грибами. Известно, что наличие в помещениях предметов или поверхностей, поврежденных грибами, приводит к увеличению общей запыленности воздуха, ухудшению санитарно-гигиенического состояния помещений. С потоком воздуха споры грибов переносятся с поврежденных участков стен и оседают на различных поверхностях, в том числе в местах, малодоступных для чистки обычным пылесосом. В связи с этим уборка квартиры пылесосом, НЕРА-фильтр которого был перенасыщен спорами грибов-деструкторов, привела к результату, противоположному ожидаемому. В воздухе этой квартиры обнаружены опасные для здоровья человека грибы – *A. versicolor* (доминировал), *M. plumbeus*, *S. chartarum* и др. Благодаря системе NYLA удалось существенно снизить спорную нагрузку грибов в помещении (рис. 2). Кроме того, пораженные и поврежденные микроскопическими грибами стены (в кухне и на балконе) нуждаются в проведении срочных мер по обезвреживанию грибов-деструкторов и нормализации влажности. Для нормализации состояния воздуха в указанной квартире целесообразно применять также средства дезинфекции. Система NYLA позволяет использовать различные дезинфицирующие средства, которые прилагаются в комплекте. Они являются экологически чистыми и добавляются в колбу аппарата с чистой водой за 3-4 мин до включения системы.

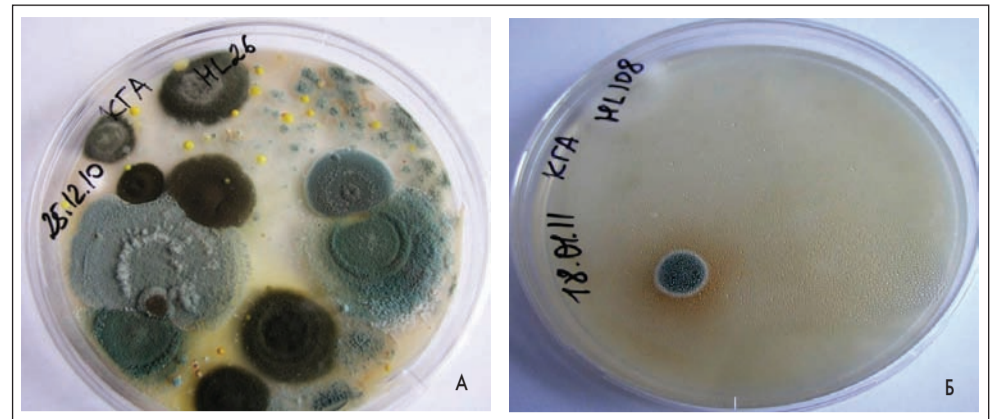


Рис. 5. А – мікроскопічні гриби *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium shaerospermum*, *Penicillium* sp. в пробе воздуха жилого помещения до уборки. Б – мікроскопічні гриби *Penicillium* sp. в пробе воздуха жилого помещения после уборки системою NYLA

Кроме того, система NYLA позволяет использовать натуральные эфирные масла, что способствует проведению профилактических мероприятий при помощи пассивной ингаляции, поскольку многие эфирные масла растений способствуют укреплению иммунной системы организма человека и применяются в лечении различного рода заболеваний.

Результаты проведенных исследований показали, что применение электровыбивалки системы NYLA позволяет эффективно избавиться от пыли и КОЕ микроорганизмов при чистке разнообразных глубоких поверхностей, например ковров, одеял, подушек, мягкой мебели и т.п. Так, количество пыли, извлекаемое из ковровина современным мощным пылесосом за 50-60 с работы (50 движений вперед-назад по одному и тому же участку из натуральной шерсти площадью 0,225 м<sup>2</sup>), составляет

помещений связаны с наличием большого количества КОЕ этих же микроорганизмов внутри мягкой мебели, одеял, подушек и ковров.

Главным преимуществом системы NYLA является ее способность совмещать эффективную уборку помещений с очисткой воздуха. Таким образом, принципиальным отличием аппарата NYLA от других пылесосов является то, что NYLA – это многофункциональная очистительная система. Кроме чистки поверхностей, NYLA с максимальной эффективностью очищает воздух помещений. Бурлящий водяной поток способен поглотить частички пыли размером от 0,1 до 10 мкм, а степень очистки воздуха составляет 99,99%. Данные, полученные в отношении содержания микроскопических грибов в воздухе обследованных помещений, представлены в таблице 2.

Таблица 1. Количественные показатели содержания КОЕ микроскопических грибов в пыли, извлеченной электровыбивалкой системы NYLA с разных поверхностей

Тип поверхности	Площадь поверхности, м <sup>2</sup>	Время работы NYLA, с	Количество КОЕ грибов, которое извлек аппарат NYLA, в пересчете на 1 г пыли
Одеяло (наполнитель – распушенная натуральная шерсть)	1,5	7-8	1170
Подушка с противоаллергенным наполнителем (50x70 см)	0,35	10	500
Ковролин из натуральной шерсти	0,255	3	268
Поверхность дивана	0,375	10	2480

Таблица 2. Количественные показатели содержания КОЕ микроскопических грибов в 1 м<sup>3</sup> воздуха обследованных помещений

Площадь помещения, м <sup>2</sup>	КОЕ грибов в 1 м <sup>3</sup> воздуха			Изменение показателей споровой нагрузки (КОЕ грибов) после уборки системою NYLA
	До уборки	После уборки с использованием NYLA	Время работы NYLA в режиме очистки воздуха, мин	
18	1385	92	15	уменьшение в 15 раз
11,5	577	58	10	уменьшение в 10 раз
16	1015	83	13	уменьшение в 12 раз
18	288	28	16	уменьшение в 10 раз
19	231	17	17	уменьшение в 14 раз
16	1269	74	13	уменьшение в 17 раз

0,9-1 мг. С такого же участка ковровина (после чистки обычным пылесосом) электровыбивалка системы NYLA за 2-3 с (2-3 движения вперед-назад) извлекает 180-220 мг пыли. Иными словами, система NYLA за ощутимо меньший промежуток времени извлекает из коврового покрытия в 180-220 раз больше пыли, чем современный мощный пылесос (рис. 3). Данные относительно количества пыли и КОЕ грибов, которые извлекает электровыбивалка системы NYLA с исследованных поверхностей, представлены в таблице 1. В исследовании установлено, что за 3 мин работы электровыбивалки системы NYLA позволяет извлечь из одеяла (наполнитель – 100% пух, площадь очищаемой поверхности 2,5 м<sup>2</sup>) 20 тыс. КОЕ грибов.

Сравнительный анализ видового состава микроскопических грибов, извлеченных из пыли поверхностей, и грибов, содержащихся в воздухе помещений, позволяет утверждать, что высокие показатели содержания КОЕ микроскопических грибов в воздухе некоторых обследованных

## Выводы

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что применение очистительной системы NYLA способствует существенному уменьшению количества КОЕ микроскопических грибов в воздухе помещений (в 10-17 раз). После чистки поверхностей и воздуха квартир системою NYLA количество грибов составило всего 17-92 КОЕ/м<sup>3</sup> воздуха.

Следовательно, универсальная очистительная система NYLA благодаря своей уникальной технологии осуществляет глубокую очистку разнообразных поверхностей жилых помещений (ковров, одеял, подушек, мягкой мебели, матрасов), высокоэффективно очищает воздух, что позволяет за короткий период работы (несколько минут) существенно очистить помещение как от пыли, так и от КОЕ (спор, фрагментов мицелия) микроскопических грибов, которые могут негативно влиять на здоровье человека.