

**Ю.Б. Письменная, А.Г. Суббота, Л.Т. Наконечная**

*Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К.Заболотного НАН Украины  
ул. Академика Заболотного, 154, Киев, ГСП, Д 03680, Украина*

## **МИКОБИОТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГРИБОСТОЙКОСТИ ГИПСОКАРТОНА**

*Исследована грибостойкость двух типов гипсокартона: обычного и влагостойкого. Установлено, что в условиях высокой относительной влажности воздуха и прямого воздействия воды при постоянной температуре  $(29 \pm 2)^\circ\text{C}$  все образцы гипсокартона не являются грибостойкими. В данных условиях выявлена контаминирующая микобиота незараженных фрагментов гипсокартона. При изучении действия каждой из тест-культур микроскопических грибов на гипсокартон на стадии развитого мицелия установлено, что наиболее активными были тест-культуры *Aspergillus terreus* и *Trichoderma viride*.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а : грибостойкость, гипсокартон, деструкция, микроскопические грибы, микобиота.*

В связи с увеличением объемов использования гипсокартона в мировом строительстве важным становится изучение степени его стойкости к действию микроскопических грибов в условиях искусственного заражения. Этот вопрос исследован недостаточно. В доступной нам литературе есть единичные сообщения по комплексному изучению грибостойкости строительных материалов, в числе которых были гипсовые композиты и гипсокартон [4, 8]. Павловой И.Э. и соавт. показано, что среди современных строительных материалов наиболее негрибостойкими являются гипсокартон, гипсоволоконные листы и гипсовый камень [8].

Известно, что основным фактором, способствующим росту микроскопических грибов в помещениях, является повышенная влажность воздуха или непосредственно строительного материала, особенно гипсокартона [1, 5]. По нашим данным микроскопические грибы быстро растут на гипсокартоне после его намокания при возникновении аварийных ситуаций в помещениях [5]. Грибы, колонизирующие помещение, могут повреждать строительные конструкции и облицовочные материалы, а также оказывать негативное воздействие на человека [1, 5, 6].

Базовыми материалами для производства гипсокартонных листов (ГКЛ) являются гипс и картон. **Широкое распространение имеют обычный ГКЛ и влагостойкий (ГКЛВ) гипсокартон**, который используют для подвесных потолков, межкомнатных перегородок и внутренней отделки стен. В помещениях с высокой влажностью **рекомендуют применять ГКЛВ**.

Цель данной работы – изучить уровень грибостойкости двух типов гипсокартона (обычного и влагостойкого) при воздействии ассоциации тест-культур и отдельных видов микроскопических грибов в различных условиях эксперимента.

**Материалы и методы.** В работе были исследованы образцы двух типов гипсокартона – ГКЛ производства 2005 и 2010 гг., ГКЛВ – 2010 г. и гипса технического.

Листы указанных типов гипсокартона состояли из гипсового сердечника, **оклеенного с двух сторон специальным картоном**. Фрагменты размерами  $12,5 \times$

× 30 × 50 мм и 12,5 × 10 × 50 мм вырезали из средней зоны каждого из трёх листов обоих типов гипсокартона и разделяли на три группы по пять фрагментов в каждой. Поверхности фрагментов очищали от внешних загрязнений тампонами, смоченными этиловым спиртом (95%). Все опыты проводили в трехкратной повторности.

В эксперименте использовали тест-культуры микроскопических грибов из коллекции Испытательной лаборатории грибостойкости Института микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины: *Aspergillus niger* van Tieghem, *A. terreus* Thom, *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud, *Paecilomyces variotii* Bainier, *Penicillium chrysogenum* Thom, *P. ochrochloron* Biourge, *Scopulariopsis brevicaulis* (Saccardo) Bainier, *Trichoderma viride* Persoon: Fries.

Грибостойкость или уровень обрастания гипсокартона определяли тремя способами.

**Способ 1** – в соответствии с ГОСТ 9.048 – 89 (метод 1) готовили три группы фрагментов гипсокартона (по пять в каждой). Суть метода состояла в выдерживании при высокой влажности воздуха фрагментов гипсокартона группы «Опыт», искусственно зараженных суспензией конидий 8-ми тест-культур микроскопических грибов [2]. В качестве контроля использовали 2 группы незараженных фрагментов: «Контроль 1» и «Контроль 2». В группе «Контроль 1» образцы находились в условиях, аналогичных варианту «Опыт», в группе «Контроль 2» - при температуре (22±2)°С и относительной влажности воздуха (55±5)%. Исследования продолжались 84 суток с еженедельным проветриванием эксикаторов в течение 3 мин и учётом микологического состояния фрагментов через каждые 28 суток.

Суть **способа 2** заключалась в изучении воздействия на гипсокартон тест-культур грибов на стадии развитого мицелия. Для этого на приготовленные 5-тисуточные газоны тест-культур раскладывали по три фрагмента гипсокартона размером 3×12,5×50мм [3]. Контрольные фрагменты помещали в чашки Петри с агаризованной средой Чапека-Докса, не инокулированной тест-культурами. Опыт продолжался 48 суток.

Сущность **способа 3** состояла в непосредственном воздействии воды на фрагменты гипсокартона, что позволяет смоделировать намокание гипсокартона в условиях аварийной ситуации. Исследования проводились в течение 40 суток. О грибостойкости образцов гипсокартона судили по интенсивности развития грибов на их поверхности в соответствии с 6-балльной шкалой [2].

**Результаты и их обсуждение.** Уровень обрастания колониями грибов фрагментов ГКЛ производства 2005 г. и ГКЛВ 2010 г., обработанных суспензией конидий тест-культур микроскопических грибов в варианте «Опыт», составил 4 балла, в то время как грибостойкость контрольных фрагментов достигала 5 баллов. Грибостойкость образца ГКЛ производства 2010 г. в вариантах «Опыт» и «Контроль 1» была оценена в 4 балла.

При изучении воздействия микроскопических грибов в условиях высокой относительной влажности воздуха при температуре (29±2)°С на 84-е сутки было выявлено, что фрагменты гипсокартона в варианте «Контроль 1», необработанные суспензией тест-культур, были поражены грибами в большей степени, чем искусственно зараженные в варианте «Опыт».

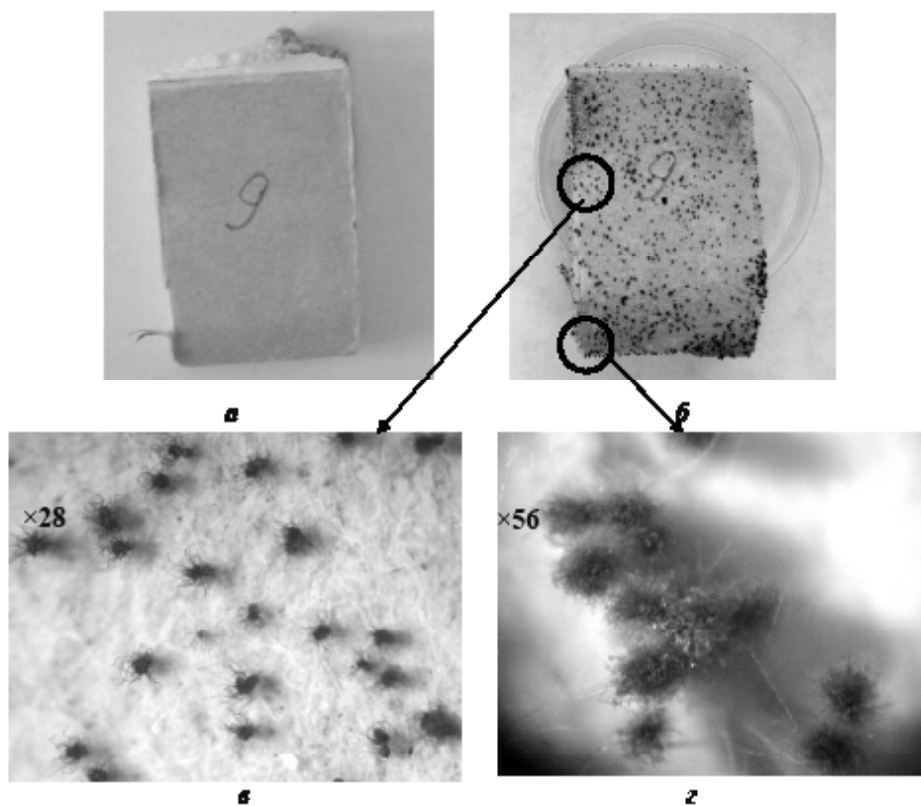
В варианте «Контроль 2» без воздействия влаги и тест-культур все образцы гипсокартона были грибостойкими.

При исследовании грибостойкости технического гипса по методу 1 установ-

лено, что материал устойчив к воздействию грибов во всех вариантах опыта.

Установлено, что гипсокартон имеет контаминирующую микобиоту. Через 14 суток первыми на картоне фрагментов в варианте «Контроль 1» появились плодовые тела *Chaetomium globosum* Kunze ex Fr., на 21-е сутки на гипсовом сердечнике – спороношение *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes, на 28-е сутки отмечен разветвленный мицелий и спороношение *Alternaria infectoria* E.G. Simmons на обеих составляющих гипсокартона.

Рост грибов на фрагментах гипсокартона в варианте «Опыт» был отмечен на 28 сутки. На картоне развивались колонии тест-культур *A. niger*, *A. terreus*, *S. brevicaulis*, *P. chrysogenum*, *P. variotii*, а также грибов, которые не входили в состав тест-культур, однако были характерны для гипсокартона в варианте «Контроль 1»: *A. infectoria*, *C. globosum*, *S. chartarum*. На 84-е сутки на картоне всех типов ГКЛ выявлен рост *Ascotricha* sp. (рис.1).



**Рис. 1. Вариант «Контроль 1». Образец обычного гипсокартона производства 2005 г.: а – фрагмент до испытания грибостойкости; б – колонизация фрагмента через 84 суток; в - спороношение *Ascotricha* sp. (×28), г - перитеции *Chaetomium globosum* (×56).**

В результате изучения грибостойкости гипсокартона под воздействием развитого мицелия тест-культур микроскопических грибов установлено увеличение интенсивности колонизации образцов в ряду: *A. pullulans* → *P. ochrochloron* → *P. variotii* → *S. brevicaulis* → *P. chrysogenum* → *A. niger* → *A. terreus* → *T. viride*. Кроме того, на газонах тест-культур *A. niger*, *A. pullulans*, *P. variotii*, *P. ochrochloron*, *S. brevicaulis* наблюдалось развитие контаминирующей ми-

кобиоты гипсокартона, представленной видами родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Chaetomium*, *Penicillium*, *Stachybotrys*. Тест-культуры *A. terreus* и *T. viride* колонизировали все образцы гипсокартона, при этом рост контаминирующей микобиоты отсутствовал (табл. 1).

Таблица 1

Контаминирующая микобиота гипсокартона при изучении его грибостойкости (способ 2)

№ п/п	Грибостойкость		Контаминирующая микобиота гипсокартона:			
	Тест-культура газона	Балл	ГКЛ 2005	ГКЛ 2010	ГКЛВ 2010	
1	<i>Aspergillus niger</i>	2	<i>Penicillium</i> sp., <i>Stachybotrys chartarum</i>	<i>Alternaria chlamydospora</i> , <i>Chaetomium globosum</i>	<i>A. chlamydospora</i> <i>C. globosum</i> , <i>Cladosporium</i> sp., <i>S. chartarum</i> , <i>T. viride</i>	
2	<i>Aspergillus terreus</i>	5	–	–	–	
3	<i>Aureobasidium pullulans</i>	0	<i>S. chartarum</i>	<i>Cladosporium</i> sp., <i>C. globosum</i> , <i>T. viride</i>	<i>Cladosporium</i> sp., <i>C. globosum</i> , <i>T. viride</i>	
4	<i>Raecilomyces variotii</i>	0	<i>S. chartarum</i>	<i>A. chlamydospora</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>C. globosum</i> , <i>Penicillium</i> sp., <i>S. chartarum</i> , <i>T. viride</i>	<i>A. chlamydospora</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>C. globosum</i> <i>Cladosporium</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>S. chartarum</i> , <i>T. viride</i>	
5	<i>Penicillium chrysogenum</i>	4	–	<i>A. chlamydospora</i>	<i>A. chlamydospora</i>	
6	<i>Penicillium ochrochloron</i>	3	<i>S. chartarum</i>	<i>S. chartarum</i>	<i>A. chlamydospora</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>S. chartarum</i> , <i>T. viride</i>	
7	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	0	<i>S. chartarum</i>	<i>A. chlamydospora</i> , <i>Cladosporium</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>S. chartarum</i>	<i>A. chlamydospora</i> , <i>Cladosporium</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>S. chartarum</i>	
8	<i>Trichoderma viride</i>	5	–	–	–	
9	Контроль	0	<i>Aspergillus</i> sp., <i>C. globosum</i> , <i>Penicillium</i> , sp., <i>S. chartarum</i>	<i>A. chlamydospora</i> , <i>C. globosum</i>	<i>T. viride</i>	

Примечание: «–» – отсутствие контаминирующей микобиоты гипсокартона

При воздействии воды на гипсокартон (способ 3) на 14-е сутки эксперимента был отмечен рост паутинового мицелия на всех образцах гипсокартона выше уровня воды. Через 84 суток на ГКЛ 2005 г. обнаружено наличие *S. chartarum* (5 баллов), на образцах гипсокартона производства 2010 г. – *A. alternata*, *A. chlamydospora*, *C. globosum*, *Cladosporium cladosporoides* (Fresenius) de Vries, *Cladosporium sphaerospermum* Penzig, *Penicillium* sp. и *S. chartarum*. На контрольных образцах рост микроскопических грибов не наблюдался. Длительное пребывание в воде привело к деструкции образцов, отслоению картона от сердечника и разрыхлению гипса, вследствие чего данный субстрат оказался более доступным для колонизации микроскопическими грибами.

Таким образом, нами установлено, что гипсокартон типов ГКЛ и ГКЛВ в условиях высокой относительной влажности воздуха и прямого воздействия воды не является грибостойким, наиболее поражаемыми были образцы гипсокартона производства 2005 г. Наши результаты согласуются с данными других исследователей [4, 8].

Под воздействием высокой относительной влажности воздуха и при отсутствии искусственного заражения суспензией тест-культур выявлено наличие роста грибов на образцах в группе «Контроль 1» раньше, чем в опыте.

На основании экспериментов, проведенных тремя способами, было установлено, что гипсокартон имеет контаминирующую микобиоту, представленную видами родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*. Известно, что в аналогичных условиях основным микодеструктором гипсокартона и представителем контаминирующей микобиоты является *Chaetomium* sp. [14]. Наличие контаминирующей микобиоты гипсокартона можно объяснить тем, что микроскопические грибы могут вноситься с пылевидными частицами из окружающей среды в процессе его изготовления или при использовании вторичного сырья [4]. Иницирование прорастания спор и колонизации изделия микромицетами зависит как от морфологических и физиологических особенностей грибов, так и от абиотических факторов. Для прорастания спор многих видов грибов достаточно незначительного количества воды или высокой относительной влажности воздуха [7]. В результате наших исследований установлено, что для иницирования прорастания *C. globosum* было достаточно повышенной относительной влажности воздуха (выше 90%), для *S. chartarum* – непосредственного воздействия влаги на гипсокартон. Дальнейшее развитие микроскопических грибов на материале зависит от влажности, температуры и наличия питательных веществ, что непосредственно должно быть связано с составом его сердечника. В наших исследованиях под влиянием искусственного заражения суспензией конидий тест-культур выявлено, что чистый технический гипс был грибостойким материалом в отличие от гипса, наполняющего сердечник гипсокартона. При изготовлении гипсокартона, в состав его сердечника, кроме гипса и воды, входят такие добавки как пластификаторы, поверхностно-активные вещества, гидрофобизаторы, модификаторы.

При изучении действия каждой из тест-культур микроскопических грибов на гипсокартон на стадии развитого мицелия установлено, что между тест-культурой и микобиотой картона и в меньшей степени сердечника возникает антагонистические взаимодействия. Развитие контаминирующей микобиоты гипсокартона наблюдалось на газонах *A. niger*, *A. pullulans*, *P. variotii*, *P. ochrochloron*, *S. brevicaulis*, и таковая отсутствовала на газонах *A. terreus* и *T. viride*. Подобные взаимодействия объясняются продуцированием метаболитов,

таких как антибиотики, органические кислоты, токсины; или же различием в скоростях роста и развития у видов микроскопических грибов [7]. Однако остается неизвестным и неизученным характер взаимодействия контаминирующей микобиоты гипсокартона с тест-культурами, что имеет определенный интерес и будет целью наших последующих исследований, тем более что микроскопические грибы как агенты-деструкторы строительных материалов могут причинять серьезный вред здоровью человека, ослабляя иммунную систему и вызывая сенсибилизацию организма [6].

***Письменная Ю.Б., Суббота А.Г., Наконечна Л.Т.***

*Институт мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України  
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, МСП, Д03680, Україна*

## **МІКОБІОТА ПРИ ВИВЧЕННІ ГРИБОСТІЙКОСТІ ГІПСОКАРТОНУ**

### **Р е з ю м е**

Досліджено грибостійкість двох типів гіпсокартону: звичайного і вологостійкого. Встановлено, що в умовах високої відносної вологості повітря і прямої дії води при постійній температурі ( $29 \pm 2$ )°C всі зразки гіпсокартону не є грибостійкими. В даних умовах виявлена контамінуюча мікобіота незаражених фрагментів гіпсокартону. При вивченні дії кожної з тест-культур мікроскопічних грибів на гіпсокартон на стадії розвинуеного міцелію встановлено, що найактивнішими були тест-культури *Aspergillus terreus* і *Trichoderma viride*

*К л ю ч о в і с л о в а:* грибостійкість, гіпсокартон, деструкція, мікроскопічні гриби, мікобіота.

***Pysmenna Yu.B., Subbota A.G., Nakonechna L.T.***

*Zabolotny Institute of Microbiology and Virology,  
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*

## **THE MYCOBIOTA IN STUDYING THE RESISTANCE OF GYPSUM PLASTERBOARD TO MICROSCOPIC FUNGI**

### **S u m m a r y**

The resistance of two types of gypsum plasterboard: ordinary and water-resistant to microscopic fungi was studied. It was found that under conditions of high relative humidity and direct influence of water at constant temperature ( $29 \pm 2$ ) °C all samples of plasterboard were not resistant to fungi. Furthermore, the contaminating mycobiota of uninfected fragments of plasterboard was revealed under these conditions. It was discovered that the test cultures *Aspergillus terreus* and *Trichoderma viride* were the most active at the stage of developed mycelium.

*Key words:* resistance to fungi, gypsum plasterboard, destruction, microscopic fungi, mycobiota.

The author's address: *Pysmenna Yu.B.*, Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine; 154, Acad. Zabolotny Str., Kyiv, MSP, D 03680, Ukraine.

1. *Балюта А.А., Вазжинская И.С.* Стойкость современных строительных материалов к плесневому поражению // Современная микология в России. Том 3. Материалы 3-го Съезда микологов России. (Москва, 10–12 октября, 2012) Москва: Национальная академия микологии, 2012. – С. 210.
2. *ГОСТ 9.048-89.* Изделия технические. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. – Введ. 26.06.1989.
3. *ГОСТ 9.049-91.* Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. – Введ. 28.12.1991.
4. *Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Богатова С.Н., Казначеев С.В., Смирнов В.Ф., Захарова Е.А.* Исследование биостойкости строительных композитов с учетом их старения Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. – 2012. – Вып. 2 (22). [www.vestnik.vgasu.ru](http://www.vestnik.vgasu.ru)
5. *Жданова Н.Н., Суббота А.Г., Харкевич Е.С., Захарченко В.А., Наконечная Л.Т., Андриенко Е.В.* Новые строительные материалы и проблемы их грибостойкости // Науч.изд. Биоповреждения и биокоррозия в строительстве: материалы Второй Международной науч.-техн. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун.-та, 2006. – С. 17–19.
6. *Зайченко А.М., Андриенко О.В., Цыганенко Е.С.* Макроциклические трихотеценовые микотоксины. – Киев: Наукова думка, 2008. – 247 с.
7. *Мирчинк Т.Г.* Почвенная микология. – М.: Из-во МГУ, 1988. – 220 с.
8. *Павлова И.Э., Маметьева А.А., Чилина Г.А., Степанова А.А.* Грибостойкость некоторых строительных материалов. Сравнительное исследование // Проблемы медицинской микологии - Санкт-Петербург Изд-во: Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова. – 2011. – 13, №4. – С. 35–38.
9. *Pat. PCT/EP2007/052934 (DE).* Gypsum product / Hummel, Hans-Ulrich.- Publ. 04.10.2007

Отримано 16.05.2014