

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

## **ПОВРЕЖДЕНИЕ НОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МИКРОСКОПИЧЕСКИМИ ГРИБАМИ**

*В работе впервые изучена устойчивость трех видов новых строительных материалов, изготовленных на основе бетонных смесей, к воздействию микроскопических грибов, ранее выделенных из пораженных жилых помещений г. Киева. Показано, что образцы пеноблока и теплоэффективного блока характеризовались низкой грибостойкостью, в то время как образец пенополистеролбетона проявил устойчивость к грибному воздействию, что может быть связано с особенностями их компонентного состава.*

*Ключевые слова: строительные материалы, микроскопические грибы, грибостойкость.*

Население современных городов большую часть времени проводит в различных помещениях (жилых, рабочих, т.д.), поэтому состояние здоровья человека напрямую зависит от условий его проживания. В последние годы участились случаи поражения строительных конструкций жилых помещений микроскопическими грибами, которые всегда присутствуют в воздухе и попадают в помещения с потоками воздуха через двери, окна, вентиляционные системы [2].

Такие повреждения наблюдаются, как правило, в помещениях, имеющих повышенную относительную влажность воздуха и построенных с применением негрибостойких материалов [8]. Обрастание поверхностей жилых конструкций грибами сопровождается увеличением концентрации их спор и фрагментов мицелия в воздухе помещений, что в свою очередь представляет опасность для здоровья людей. Согласно данным медицинской микологии, более 500 видов микроскопических грибов, выделенных из среды обитания человека, относятся к условно-патогенным и патогенным видам [6, 10].

Следует отметить, что при выборе материала для строительства или отделки помещения, внимание обращают, главным образом, на такие его характеристики как ценовая доступность, простота применения, повышенные теплоизоляционные свойства, экологическая безопасность и эстетичность. При этом информация об устойчивости таких изделий к воздействию микроскопических грибов, как правило, отсутствует.

Целью нашей работы было изучение грибостойкости материалов, широко используемых в современном строительстве, изготовленных на основе бетона и пенополистирола, для составления прогноза их устойчивости к поражению микроскопическими грибами.

**Материалы и методы.** Для исследований были выбраны строительные материалы, наиболее широко используемые в современном строительстве жилых помещений:

*Пеноблок* (автоклавный ячеистый бетон) – это прочный минерально-каменный искусственный материал, не требующий значительного ухода. Изготавливается путем термической обработки в автоклаве смеси из тонкомолотого песка, алюминиевой пудры, цемента, извести и воды. Применение пеноблоков в строительстве обусловлено такими его свойствами как прочность, легкость, огнеупорность, низкая теплопроводность, безопасность для окружающей среды. Материал применяется для постройки несущих и наружных стен зданий [15].

*Полистиролбетон* является разновидностью легких бетонов. В состав этого композиционного материала входят портландцемент, пористый заполнитель гранулы вспененного полистирола и воздухововлекающие добавки. Сочетание полистирольных гранул, являющихся теплоизолирующим материалом, и бетона в одном продукте обеспечивает комбинацию несущих свойств, звукоизоляции, термоизоляции и огнезащиты. Материал используется в коттеджном строительстве, а также при надстройке зданий, для монолитной теплоизоляции стен, полов, чердаков, кровель, утепления фасадов, заделки стыков наружных панелей [1].

*Стеновой теплоэффективный блок* – изоляционный отделочный материал с высокими теплотехническими характеристиками. Имеет трехслойную конструкцию: 1-й слой – фактурная плита (керамзитобетон), 2-й слой – утеплитель (пенополистирол), 3-й слой – керамзитобетон [3].

Испытания грибостойкости строительных материалов проводили согласно методу 1 ГОСТ 9.049 – 91 “Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов” [5].

Метод 1 дает возможность исследовать рост грибов при наличии только тех питательных веществ, которые содержатся в испытуемых образцах. С этой целью все образцы предварительно обрабатывали 70 %-ным раствором этилового спирта, и, в зависимости от условий проведения испытаний, распределяли на три группы: «Контроль 1», «Контроль 2» и «Опыт».

Образцы группы «Контроль 1» находились в помещении лаборатории при  $20 \pm 2$  °C и относительной влажности воздуха (ОВВ)  $60 \pm 5$  %. Образцы группы «Контроль 2» опрыскивали стерильной дистиллированной водой и выдерживали в термостате при  $29 \pm 2$  °C и ОВВ > 90 %. Образцы группы «Опыт» инфицировали суспензией грибов ( $1 \times 10^6$  кл/мл) и выдерживали в термостате при  $29 \pm 2$  °C и ОВВ > 90 %.

Испытание грибостойкости длилось 28 суток. Все исследования проводили в пятикратной повторности. Оценку грибостойкости осуществляли согласно ГОСТ 9.048-89 по интенсивности развития грибов, тщательно осматривая образцы невооруженным глазом при освещении 300 лк и под бинокулярным микроскопом (увеличение в 60 раз) согласно 6-ти бальной шкалы (0 – 5 баллов):

- 0 – прорастания конидий под микроскопом не наблюдали;
- 1 – под микроскопом были видны проросшие конидии и незначительно развитый мицелий;
- 2 – под микроскопом виден развитый мицелий и незначительное спороношение;
- 3 – мицелий и спороношение еле видны невооруженным глазом, но четко видны под микроскопом;
- 4 – невооруженным глазом четко видны грибные колонии, занимающие менее 25 % поверхности образца;
- 5 – невооруженным глазом четко видны грибные колонии, занимающие более 25 % поверхности образца.

Грибостойкими считали материалы, грибное поражение которых не превышало 2 балла.

В качестве тест-культур применяли микроскопические грибы, выделенные ранее из пораженных жилых помещений г. Киева (Украина) с высокой частотой встречаемости [14]: *Aspergillus niger* van Tieghem, *Chaetomium globosum* (Rai, Tewari et Mukerji) P. Cannon, *Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries, *Cladosporium sphaerospermum* Penz. Vries, *Trichoderma viride* Pers. ex. Gray. Данные микроскопические грибы могут вызывать ряд заболеваний человека и животных, а также выделять широкий спектр токсинов (табл. 1, 2) [11-13].

Таблица 1

**Заболевания, которые могут вызывать исследованные микроскопические грибы**

Вид	Заболевание
<i>A. niger</i> (IV группа патогенности)	Отмикозы, туберкулез, микоаллергозы
<i>Ch. globosum</i> (IV группа патогенности)	Феогифомикозы, микоаллергозы
<i>C. cladosporioides</i> (IV группа патогенности)	Легочные и кожные инфекции, синуситы
<i>C. sphaerospermum</i> (IV группа патогенности)	Язва роговицы, онихомикоз, повреждения кожи
<i>T. viride</i> (IV группа патогенности)	Гиалогифомикозы, кожные инфекции

Таблица 2

**Токсины, продуцируемые микроскопическими грибами**

Вид	Токсин	Действие токсина на макроорганизм
<i>A. niger</i>	Малформин	Мутагенность, канцерогенность, тератогенность, гепатотоксичность
<i>Ch. globosum</i>	Хетоглобозин	Мутагенность, канцерогенность, тератогенность, гепатотоксичность
<i>Trichoderma viride</i>	Триходермин, сатратоксины F,G, H	Мутагенность, канцерогенность, тератогенность, гепатотоксичность

**Результаты и их обсуждение.** На сегодняшний день существует большое количество новых строительных материалов, в том числе на основе бетона, грибостойкость которых не была изучена. Широкое применение таких материалов при строительстве жилых помещений связано с высоким риском их поражения микроскопическими грибами, что в свою очередь вызывает опасность для человека. Поэтому, для прогнозирования вероятности грибного поражения материалов *пеноблок*, *полистиролбетон* и *теплоэффективный блок* была изучена их грибостойкость.

При осмотре всех исследованных образцов (табл. 3) в группе «Контроль 1» грибного поражения выявлено не было.

Таблица 3

**Оценка грибостойкости исследованных строительных материалов**

Степень развития микроскопических грибов на поверхности образцов строительного материала, баллы								
Пеноблок			Полистиролбетон			Теплоэффективный блок		
Контроль 1	Контроль 2	Опыт	Контроль 1	Контроль 2	Опыт	Контроль 1	Контроль 2	Опыт
0	5	5	0	0	0	0	5	5

В группе «Контроль 2» образцы *полистиролбетона* также не были покрыты грибным мицелием, в отличие от образцов *пеноблока* и *теплоэффективного блока*, обрастание грибами которых оценивали в 5 баллов (максимальный балл). То же самое наблюдали в группе «Опыт»: на образцах *полистиролбетона* не наблюдали поражения грибами, а поверхность образцов *пеноблока* и *теплоэффективного блока* были практически полностью покрыты грибным мицелием, видимым невооруженным глазом (рис. 1).



Рис. 1. Обрастание микроскопическими грибами образцов строительных материалов

Необходимо отметить, что поражение образцов *пеноблок*» и *теплоэффективного блока* в группе «Контроль 2» вызвано присутствием микроскопических грибов, содержащихся внутри таких материалов, поскольку образцы данной группы не обрабатывали суспензией тест-культур грибов.

По данным литературы известно, что микроскопические грибы способны активно колонизировать такие труднодоступные субстраты как бетон [16]. Потребность в питательных веществах у таких микроорганизмов крайне мала, что позволяет им развиваться на пораженном материале только за счет следовых количеств источника углерода и азота [7].

Важным фактором, влияющим на поражение материала, является неоднородность его структуры. Следует обратить внимание на то, что все исследованные образцы являются композитными материалами, содержащими два и более компонентов. При этом структура образцов *пеноблока* являлась наименее однородной и содержала огромное количество полостей, предусмотренных технологией изготовления. По мнению авторов, такие участки сильно увеличивают поверхность образца, что способствует дополнительной сорбции на них спор микроскопических грибов.

Образцы *теплоэффективного блока* характеризуются разнородностью материалов в составе, что дает нам основание полагать, что его грибостойкость будет определяться устойчивостью к воздействию микроскопических грибов декоративного слоя, содержащего краситель, т.к. данное вещество является более доступным для усвоения микроскопическими грибами, чем остальные компоненты данного изоляционного материала.

Образцы материала *полистиролбетон*, устойчивого к грибному воздействию, содержат в своем составе портландцемент, имеющий значение  $pH > 12$ , что неблагоприятно для развития большинства микроскопических грибов, а также гранулы пенополистирола, обладающего повышенной грибостойкостью [9].

Таким образом, в результате проведенных испытаний было установлено, что риск поражения микромицетами поверхностей зданий, изготовленных на основе новых строительных материалов, достаточно высок (из трех испытанных строительных материалов только образцы материала *полистиролбетон* оказались устойчивыми к воздействию микроскопических грибов).

Принимая во внимание увеличение числа новых строительных материалов на отечественном и зарубежном рынке, а также учитывая данные специалистов-микологов относительно увеличения количества заболеваний, вызванных микроскопическими грибами, мы считаем необходимым обязательное проведение испытаний грибостойкости строительных материалов и конструкций, вводимых в эксплуатацию.

Особое внимание следует уделять подбору тест-культур грибов, используемых в испытаниях грибостойкости строительных материалов. Выбор таких грибов должен быть связан с их экологическими особенностями, в частности способности осваивать труднодоступные субстраты. Известно, что микроорганизмы, в том числе и грибы, могут реализовывать два основных типа жизненной стратегии – г и К. Из литературы известно, что для грибов г-стратегов характерны быстрый рост и приспособленность к легкодоступным питательным субстратам. Представители К-стратегов характеризуются медленной скоростью роста и, соответственно, значительной способностью к усвоению труднодоступных субстратов, в том числе и на основе бетона [4, 17].

В нашем исследовании использовали именно те виды микроскопических грибов, которые были выделены ранее из пораженных жилых помещений, т.е. являются активными биодеструкторами строительных материалов [14]. Таким образом, полученные нами в лабораторных условиях результаты могут быть максимально приближены к реальной степени возможного грибного поражения строительных материалов.

## **ПОШКОДЖЕННЯ НОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ МІКРОСКОПІЧНИМИ ГРИБАМИ**

### **Резюме**

В роботі вперше досліджено стійкість трьох видів будівельних матеріалів, виготовлених на основі бетонових сумішей, до впливу мікроскопічних грибів, раніше виділених з уражених житлових приміщень. Показано, що зразки пеноблоку та теплоефективного блоку характеризувались низькою грибовістю, в той час як зразок пенополістеробетону проявив стійкість до грибного впливу, що може бути пов'язане з особливостями їх компонентного складу.

Ключові слова: будівельні матеріали, мікроскопічні гриби, грибові стійкість.

*A.I. Chuenko, Yu.V. Karpenko*

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

## **DAMAGE OF MODERN BUILDING MATERIALS BY MICROSCOPIC FUNGI**

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

Resistance of three materials, produced on the basis of concrete compounds to the action of microscopic fungi, isolated from damaged living buildings, has been first investigated. It has been shown that samples of froth-block and thermoeffective block had low fungal resistance, in contrast to samples of cellular polystyrene concrete, which were resistant to fungal action, that can be associated with peculiarities of their component composition.

The paper is presented in Russian.

**K e y w o r d s:** building materials, microscopic fungi, fungal resistance.

**T h e a u t h o r ' s a d d r e s s:** *Chuenko A.I., Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine; 154 Acad. Zabolotny St., Kyiv, MSP, D03680, Ukraine.*

1. *Алимов Л.А., Воронин В.В.* Технология производства неметаллических строительных изделий и конструкций. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 442 с.
2. *Антропова А.Б., Мокеева В.Л., Биланенко Е.Н., Чекунова Л.Н., Желтикова Т.М., Петрова-Никитина А.Д.* Аэромикота жилых помещений г. Москвы // Микология и фитопатология. – 2003. – 37. Вып.6. – С.1–11.
3. *Бобров Ю. Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б. М., Петухова Е. Ю.* Теплоизоляционные материалы и конструкции. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 268 с.
4. *Великанов Л.Л., Сидорова И.И.* Некоторые биохимические аспекты в экологии грибов.// Успехи микробиол. – 1983. – 18. – С. 112 – 132.
5. *ГОСТ 9.049-91.* “Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов”.
6. *Елинов Н.П.* XXXI научная конференция немецкого микологического общества в г. Лахене (Германия) (18-21 сентября 1997 г.) // Микология и фитопатология. – 1999. – 33. – Вып. 2. – С. 130–133.
7. *Жданова Н. Н., Василевская А. И.* Экстремальная экология грибов в природе и их применение. – Киев: Наук. думка, 1982. – 168 с.
8. *Ильичев В.Д., Бочаров Б.В., Анисимов А.А.* Биоповреждения. М.: Высшая школа, 1987. – 352 с.
9. *Коваль Э.З., Сидоренко Л.П.* Микодеструкторы промышленных материалов. –К.: Наук. думка, 1989. – 187 с.
10. *Кочкина Г.А., Иванушкина Н.Е., Озерская С.М.* Проблемы безопасности при работе с мицелиальными грибами // Вестник дерматологии и венерологии. – 1997. – № 4. – С. 16–20.
11. *Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М.* Определитель патогенных и условно патогенных грибов // Пер. с англ.: К.Л. Тарасова, Ю.Н. Ковалева; Под ред. И.Р. Дорожковой. – М.: Мир, 2001. – 468 с.
12. *Сергеев А.Ю., Сергеев Ю.В.* Грибковые инфекции: Руководство для врачей. – М.: Бином-пресс, 2004. – 440 с.
13. *Елинов Н.П.* Токсигенные грибы в патологии человека // Проблемы медицинской микологии. – 2002. – 4, №4. – С. 21–28.

14. Суббота А.Г., Захарченко В.О., Харкевич О.С., Наконечна Л.Т., Пашкевич Р.Ю., Карпенко Ю.В., Олішевська С.В., Жданова Н.М. Мікроскопічні гриби, що пошкоджують конструкції будинків // Фізико-хімічна механіка матеріалів. Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів. Львів, 2006. – 2. – Спец. вип. – № 5. – С. 932–936.
15. Ружинский С.И., Портник А.А., Савиных А.В. Все о пенобетоне. СПб.: Издательство ООО «Строй-Бетон», 2006. – 631 с.
16. Фомина М.О., Олишевская С.В., Кадошиников В.М., Злобенко Б.П., Подгорский В.С. Колонизация и деструкция бетона митоспоровыми грибами в модельном эксперименте // Микробиол. журн. – 2005. – 67, № 2. – С. 96–104.
17. Pugh G.K. Strategies in fungal ecology // Trans. Brit. Mycol. Soc. – 1980. – 75, N 1. – P. 1 – 16.

Отримано 23.11.2010

УДК 578.825.615.281.8

**С.Д. Загородняя<sup>1</sup>, Н.В. Нестерова<sup>1</sup>, А.В. Головань<sup>1</sup>, И.В. Алексеева<sup>2</sup>,  
Л.И. Пальчиковская<sup>2</sup>, Г.В. Баранова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины,  
ул. Академика Заболотного 154, Киев ГСП, Д 03680, Украина

<sup>2</sup>Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины,  
ул. Академика Заболотного 150, Киев ГСП, Д 03680, Украина

## **АНТИВЭБ АКТИВНОСТЬ 6-АЗАЦИТИДИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ**

*Вирус Эпштейна-Барр (ВЭБ) вызывает у человека ряд лимфопролиферативных заболеваний, поражение центральной и периферической нервной системы. Спектр этиотропных лекарственных препаратов против ВЭБ ограничен. В работе представлены антивирусные исследования модифицированного нуклеозида широкого спектра действия – 6-азацитидина (6-АЦ), а также его производных (2'-3'-секо-5-метил-6-АЦ, 2',3'-дидезокси-2',3'-дидегидро-6-АЦ и 2'-дезокси-6-АЦ) на модели вируса Эпштейна-Барр в лимфобластоидных клетках Raji. Определены показатели цитотоксичности (CC<sub>50</sub>) для исследованных веществ, которые составили 120 мкг/мл, 180 мкг/мл, 500 мкг/мл, 330 мкг/мл и эффективные концентрации (EC<sub>50</sub>) – 0,5 мкг/мл, 1 мкг/мл, 4 мкг/мл, 11 мкг/мл соответственно последовательности приведенных выше препаратов. Полученные результаты свидетельствуют о высокой антиВЭБ активности, поскольку индексы селективности (SI) для них составили 240, 180, 125, 30, что в 1,3-10 раз выше, чем для референс-препарата ациклоуазина. Выявлено апоптозстимулирующее действие 6-азацитидина и его производных. В инфицированных ВЭБ и обработанных исследуемыми препаратами клетках Raji через 24 часа наблюдали увеличение процента апоптических клеток по сравнению с неинфицированными. Таким образом, полученные результаты открывают новые биологические свойства препаратов на основе 6-азацитидина.*

*Ключевые слова: вирус Эпштейна-Барр, антивирусное действие, 6-азацитидин, апоптоз.*

На сегодняшний день в медицинской практике используется широкий спектр антигерпетических препаратов, из них вещества, которые обладают антивирусной активностью против вируса герпеса человека 4 типа (вирус Эпштейна-Барр, ВЭБ) составляют небольшой процент [2]. ВЭБ инфекция является актуальной проблемой для разных областей медицины, поскольку доказана его роль в этиологии развития инфекционного мононуклеоза, лимфопролиферативных заболеваний (лимфома Беркитта, неходжкинские лимфомы и др.), патологии центральной и периферической нервной системы [13]. Лекарственные препараты для использования в клинике против ВЭБ ограничиваются ацикловиром, ганцикловиром [2,11] и их применение усложняется рядом побочных эффектов, таких как высокая токсичность, приобретение вирусом резистентности к препаратам. Представленные вещества – это аналоги нуклеозидов, мишенью действия которых является вирусная ДНК-полимераза и тимидинкиназа. Ациклические нуклеозиды и аналоги фосфорилированных нуклеотидов встраиваются в вирусную ДНК, вызывая остановку синтеза вирусной ДНК-цепи, они могут действовать как конкурентные ингибиторы субстрат-связывающего сайта ДНК-полимеразы.

© С.Д. Загородняя, Н.В. Нестерова, А.В. Головань, И.В. Алексеева, Л.И. Пальчиковская, Г.В. Баранова, 2011