

*И. А. Гончарова, А. А. Балюта,
Н. В. Иконникова, А. Г. Мицкевич,
Институт микробиологии НАН Беларуси*

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КНИГ ОТ ПЛЕСНЕВЫХ ГРИБОВ

В обеспечении сохранности книжных фондов большое значение имеют своевременная диагностика и профилактика биоповреждений, в которых значительная роль принадлежит микроскопическим (плесневым) грибам, способным использовать бумагу в качестве питательного субстрата.

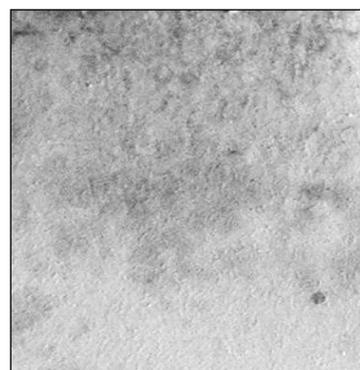
Даже на начальных стадиях развития плесневые грибы ухудшают внешний вид книг из-за обесцвечивания или образования пятен. Окрашивание бумаги под действием плесневых грибов может быть обусловлено различными причинами: скоплением в поверхностных слоях разноцветных спор, разрастанием в толще бумаги окрашенных гиф, выделением из мицелия в окружающую среду пигментов, деструкцией и частичной гумификацией бумажной основы под действием ферментов или других продуктов обмена веществ (рис. 1).



Грибной мицелий
на корешках книг



Скопление окрашенных
спор на бумаге



Пигментация
грибами бумаги

Рис. 1. Изменение внешнего вида книг под действием плесневых грибов

Проклейка бумаги, как правило, стимулирует рост грибов, поэтому книги, прошедшие реставрацию, могут подвергаться более сильному разрушению. По этой же причине поражение книг часто начинается с корешка.

На бумаге, даже в условиях повышенной влажности, обычно не бывает обильного роста мицелия, и грибы быстро переходят к спороношению. Споры плесневых грибов представляют серьезную угрозу для здоровья человека, так как большинство из них обладают аллергенными свойствами. Благодаря малым размерам споры способны проникать к самым отдаленным участкам бронхиального дерева, включая область альвеол. К числу особо опасных принадлежат многие виды рода *Aspergillus*, способные вызывать микозы дыхательных путей и других органов у людей с ослабленным иммунитетом [1]. Кроме того, микроскопические грибы, развивающиеся на бумаге, включают немало патогенных форм.

Большое количество грибных спор грибов может присутствовать на частицах пыли. Для снижения концентрации грибных спор в книгохранилищах (часто без объективных на то причин) практикуется проведение санитарно-гигиенических мероприятий с широким использованием соединений с биоцидной активностью – антисептиков. Современные инструкции зачастую рекомендуют применять антисептик не только при влажной уборке, добавляя его в воду для мытья полов, но и предлагают положить у входа в хранилище коврик, смоченный раствором антисептика.

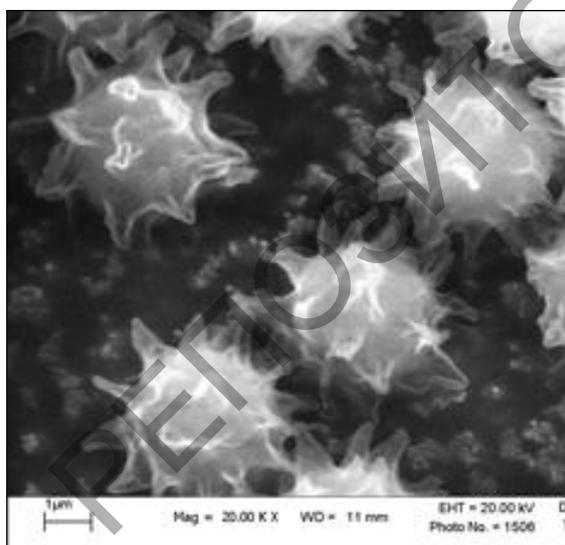
Широко применявшийся ранее формалин в связи с большой опасностью для здоровья людей и отсутствием пролонгированного действия сейчас используется крайне редко. Для антисептической обработки в настоящее время широко применяются четвертичные аммониевые соединения (ЧАС). Они обладают выраженными фунгицидными свойствами, малотоксичны для человека, хорошо растворимы в воде, не вызывают коррозии металлов и других материалов, не имеют резкого запаха, не вызывают аллергии. Наибольшую популярность приобрели препараты ЧАС на основе бензалкониум хлорида, выпускающиеся под различными наименованиями. В странах СНГ уже не первое десятилетие используется препарат катамин АБ, представляющий собой раствор бензалкониум хлорида.

На биоцидную активность ЧАС большое влияние оказывает кислотность среды. Одним из механизмов адаптации грибов к неблагоприятным внешним условиям является способность регулировать кислотность среды в широком диапазоне. Установлено, что регулярное использование таких составов на основе бензалкониум хлорида приводит к появлению резистентных штаммов,

отличающихся способностью выделять в окружающую среду повышенное количество органических кислот [2]. Закисленность материала снижает активность биоцида, что приводит к ускорению роста и усилению повреждающего действия плесневых грибов [3].

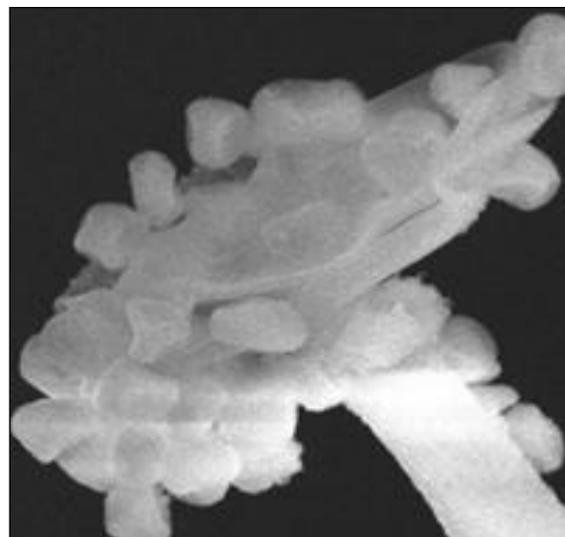
Было выявлено, что даже при экстремально высоких концентрациях, многократно превосходящих используемые на практике, некоторые грибные споры сохраняют свою жизнеспособность. В 10%-ном растворе бензалкониум хлорида более 99,5% спор коллекционного штамма гриба *Aspergillus niger* погибло уже после одноминутной экспозиции, но часть из них сохранили жизнеспособность и при длительном воздействии препарата. Потомство устойчивых спор активно росло на питательной среде с 0,2% биоцида, тогда как у исходной культуры уже при 0,1%-ном содержании происходило полное подавление роста.

Присутствие биоцидов часто ускоряет спорообразование. Существенные изменения выявляются и в морфологических признаках. Под действием бензалкониум хлорида биоцидов шиповатые споры гриба *Aspergillus niger* становятся более мелкими и гладкими, что увеличивает их проникающую способность в дыхательную систему (рис. 2).



благоприятных
для роста условиях

В В



присутствии
бензалкониум хлорида

Рис. 2. Изменение морфологии спор гриба *Aspergillus niger* под действием бензалкониум хлорида

В настоящее время в реставрационную и библиотечную практику все шире внедряются препараты на основе гуанидина

(полигексаметиленгуанидин – ПГМГ) и изотиазолинона (метилхлоризотиазолинон – метатин GT). Их предлагается использовать даже в мероприятиях по обеспыливанию стеллажей, контейнерных коробок и т.д. При этом не учитывается способность микроскопических грибов адаптироваться к токсическому действию биоцидов.

Многие плесневые грибы обладают способностью выделять пигменты для защиты от неблагоприятных факторов внешней среды. В связи с этим наличие в среде соединений с биоцидной активностью может стимулировать синтез грибных пигментов [5].

В 90-е гг. XX в. библиотеки республики столкнулись с проблемой появления на обложках новых книг, выпускаемых типографиями Беларуси, черных пятен, которые распространялись на близлежащие листы, а иногда и на рядом стоящие книги. Характер пигментации отличался от обычного плесневого поражения, возникающего при нарушении режима хранения. Обработка пигментированных участков биоцидными растворами способствовала увеличению размеров пятен (рис. 3).



Коленкорový переплет

Обложка
под переплетом

Листы, прилегающие
к переплету

Рис. 3. Темные пятна на книге, выпущенной типографией им. Ф. Скорины в г. Минске в 1993 г.

Послойное обследование картона книжных обложек с ярко выраженным пигментированием показало, что очаги пигментации находятся большей частью на проклеенной стороне картона или в его глубине. Микроскопирование проб, взятых из пигментированных участков и вне их, в отраженном и проходящем свете выявило, что на пораженных участках волокнистая масса, несмотря

на более темную окраску, большей частью не имеет видимых признаков деградации. В пробах, взятых из центральной части пигментированных участков, частицы были оплетены извитыми гифами, однако при их рассеивании на питательные среды живые культуры грибов – агентов биоповреждения не выделялись. Вероятно, мицелий, наблюдавшийся при микроскопировании, утратил свою жизнеспособность.

По результатам качественных реакций можно было предположить присутствие пигмента меланина. Известно, что черно-коричневые пигменты меланина играют защитную роль, предохраняя организмы от неблагоприятных воздействий. Меланин-синтезирующие микроорганизмы характеризуются высокой устойчивостью к низкой концентрации питательных веществ, температуре, пониженной влажности, кислотности и другим неблагоприятным факторам внешней среды [4].

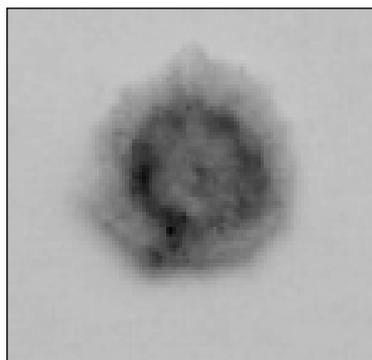
При обследовании микологического состояния Пуховичской бумажной фабрики, поставлявшей книжный картон типографиям республики, было выяснено, что в связи с недостаточной эффективностью работы сушильного оборудования в состав пульпы при производстве картона вводили биоцид метатин (согласно рекомендациям специалистов-химиков).

Из взятых на фабрике проб антисептированного картона были выделены грибы родов *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Stemphyllium* с высокой пигментирующей способностью. Наиболее значительное количество экзопигментов выделялось при медленном подсыхании среды в присутствии биоцидов.

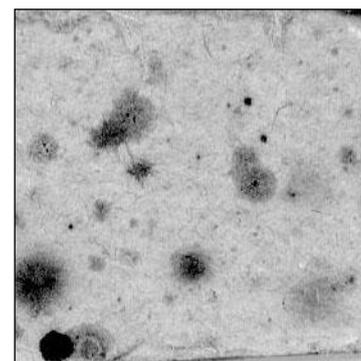
Те грибные изоляты, которые на традиционных питательных средах имели неокрашенный мицелий, в присутствии биоцидов формировали более крупные темноокрашенные пеллеты, а при медленном подсушивании выделяли в окружающую среду значительное количество меланина (рис. 4).



Пеллета гриба,
выращиваемая на среде
без биоцида



Пеллета гриба,
выращиваемая на среде
с бензалкониум
хлоридом



Контаминированный
картон после
постепенного
высушивания

Рис. 4. Пеллеты гриба *Aspergillus sp.*, выделенного из книжного картона, после 5 суток культивирования на жидкой среде Чапека с 0,005% бензалкониум хлорида

Данное обстоятельство объясняет тот факт, что пигментация книг, изготовленных с использованием картона Пуховичской бумажной фабрики, проявлялась постепенно и преимущественно на медленно сохнущих ламинированных и коленкорových обложках. При снижении влажности ниже 10% грибной мицелий утрачивал жизнеспособность, и распространение пигментов прекращалось.

Книги с темными пятнами меланиновых пигментов опасности для здоровья людей не представляют. Однако при использовании биоцидов для защиты от плесневых грибов необходимо учитывать возможность «побочных эффектов».

1. Антонов, В. Б. Микозы и микогенная аллергия как антропогенно-очаговые заболевания / В. Б. Антонов // Успехи медицинской микологии: материалы III Всерос. конгресса по медицинской микологии, Москва, 24–25 марта, 2005 г. – М., 2005. – Т. 5. – С. 54–56.

2. Гончарова, И. А. Влияние кислотности осетрового клея на фунгицидную активность катамина А.Б / И. А. Гончарова, Н. Л. Ребрикова // Микология и фитопатология, 1989. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 246–248.

3. Гончарова, И. А. Повреждение музейной керамики микромицетами / И. А. Гончарова, И. Г. Каневская, А. Г. Рубченя // Микология и фитопатология. – 1991. – Т. 25, № 4. – С. 309–311.

4. Гончарова, И. А. Пигментация бумаги под действием меланинсинтезирующего гриба *Aspergillus carbonarius* / И. А. Гончарова, Н. В. Чёрная, А. И. Ламоткин // Микробиология и биотехнология XXI столетия: материалы

Международ. конф., Минск, 22–24 мая 2002 г. / Ин-т микробиологии НАН Беларуси. – Минск : ОДО «НоваПринт». – 2002. – С. 212–214.

5. Сухаревич, В. И. Рост микромицетов и синтез пигментов на средах, содержащих фунгициды и ингибиторы пигментообразования / В. И. Сухаревич, И. Л. Кузикова, Н. Г. Медведева // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 42, № 3. – С. 43–47.

РЕПОЗИТОРИЙ БГУКИ