

## V. ЗБЕРЕЖЕННЯ ФОНДІВ

*Г.М. Новикова*

*ЦНБ ім. В.І. Вернадського НАН України*

*г. Київ*

### **МИКОДЕСТРУКЦИЯ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ГРАФИКИ**

Среди отдельных групп микроорганизмов, повреждающих произведения искусства, бесспорный приоритет принадлежит микромицетам, являющимся наиболее активными компонентами экосистемы музейных фондов, архивных хранилищ и библиотек<sup>1</sup>.

Широкое распространение и доминирование микромицетов на таких антропогенных субстратах, как произведения искусства, в том числе и графических работах, обусловлено тремя факторами: биологическими особенностями самих микромицетов, особенностями составляющих экспонаты материалов, а также условиями хранения последних. Естественное старение материалов музейных объектов под воздействием влажности, температуры, солнечного света, вредных атмосферных загрязнений понижает их устойчивость к разрушительному действию микроскопических грибов, а наличие органических загрязнений способствует началу возникновения микодеструкции. Развитие грибов на произведениях искусства зависит не столько от питательной ценности составляющих материалов, сколько от их влагосодержания. К наиболее подверженным микодеструкции экспонатам относятся те из них, основу которых составляют гигроскопические материалы, в частности, бумажная основа произведений графики.

Как показывает реставрационная практика, при нарушении температурно-влажностного режима хранения в музеях, не снабженных системой кондиционирования, или в аварийных ситуациях произведения графики поражаются микромицетами в первую очередь. Их заражение может происходить как при непосредственном контакте с уже пораженными произведениями или материалами, так и спорами почвенных микромицетов, распространяемых токами воздуха под воздействием антропогенного фактора, нарушающего структуру естественных почвенных биоценозов. Приспосабливаясь к новым условиям существования на графических работах, грибы причиняют национальным фондам культурных ценностей огромный материальный и социальный ущерб.

Одним из важных теоретических и практических аспектов проб-

лемы микологического повреждения произведений графики является изучение видового состава развивающихся на них микромицетов и установление связи между их метаболической активностью и разрушающей способностью в отношении составляющих материалов.

В наибольшей степени изучен видовой состав микодеструкторов бумажной основы книг, рукописей, документов<sup>2</sup>. В списке грибов, развивающихся на бумаге, зарегистрировано 182 родовых и 308 видовых названий, в огромном большинстве относящихся к классу *Deuteromycetes*<sup>3</sup>. Микобиота книг включает в себя около 100 видов микроскопических грибов (некоторые виды кл. *Ascomycetes*, многочисленные гифомицеты кл. *Deuteromycetes*, большое количество представителей кл. *Zygomycetes*), которые могут вызывать повреждения, зачастую неустраняемые самыми эффективными методами реставрации<sup>4</sup>. Видовой состав микромицетов, развивающихся на произведениях графики, до настоящего времени изучен недостаточно.

В результате микологического обследования графических работ из музеев Украины методом накопительных культур на селективных средах, содержащих целлюлозу в качестве источника углерода, было выделено 54 штамма микромицетов, принадлежащих к классам *Zygomycetes*, *Ascomycetes* (по одному виду) и *Deuteromycetes* (27 видов из 11 родов) (табл. ).

Самыми многочисленными по количеству выделенных видов оказались роды *Aspergillus* (10 видов) и *Penicillium* (8 видов).

Значительное разнообразие изолированных видов отмечено на акварелях и пастелях. Наибольшей частотой встречаемости отличались *Aspergillus fumigatus*, *A. versicolor* и *Penicillium notatum* на акварелях; *A. fumigatus*, *A. nidulans* и *P. cyclospium* на пастелях. Карандашные рисунки чаще поражались *A. oгузае* и темноцветными гифомицетами.

Грибы образуют на произведениях графики отдельные колонии, состоящие из вегетативного и спороносящего мицелия в виде окрашенных округлых или имеющих неправильную форму легко размазывающихся налетов, которые при более сильном поражении могут покрывать всю поверхность графического листа. Как правило, единичные колонии располагаются компактно на участках частичного замочения листа. В случае, когда экспонат хранился в условиях повышенной влажности, грибы развиваются по всей поверхности его лицевой и оборотной сторон. Благодаря возникающему при прорастании конидий и росте мицелия высокому тургорному давлению, грибные гифы могут проникать в более глубокие слои экспоната (образуя характерные вздутия бумаги) и даже пронизывать его насквозь, механически нару-

шая целостность бумажной основы. Известно, что грибы оставляют в целлюлозных волокнах отверстия определенной геометрической формы под углом  $20^\circ$  к продольной оси волокна<sup>5</sup>.

На физические свойства бумажной основы определенное влияние оказывает выделяемая грибами метаболитная вода, которая дополнительно увлажняет этот гигроскопический материал, способствуя его деформации.

Часто под налетом мицелия наблюдаются черные, серые, коричневые, фиолетовые пигментные пятна, которые обычно сохраняются и после отмирания грибов (если экспонат длительное время после поражения содержится в сухих условиях). В местах поражения грибами бумага постепенно теряет прочность, истончается и даже распадается на отдельные волокна, что визуально проявляется в частичном выпадании основы или полном ее разрушении.

К грибам, образующим яркую пигментацию на произведениях графики, относятся виды родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Stemphylium*. Пигментация бумаги возможна за счет окрашенных спор или пигмента, окрашивающего вегетативный мицелий. Цвет и интенсивность пигментации бумажной основы зависит не только от индивидуальных особенностей вида или комплекса видов, развивающихся на локальном участке, но и от состава самой бумаги. Так, если стандартные среды с фильтровальной бумагой окрашивались монокультурами *Aspergillus versicolor*, *A. nidulans*, *Penicillium frequentans*, *P. variable* в различные оттенки красного цвета, то на произведениях графики, выполненных в различных техниках, эти грибы в сообществе с другими видами давали большее разнообразие цветовой гаммы пигментных пятен. Пигментообразование у грибов усиливалось присутствием в бумаге или в красках даже незначительного количества металлов (железа, цинка, магния, кальция).

Следует подчеркнуть, что пигментные пятна, особенно черные, практически невозможно удалить без механического снятия или применения сильнодействующих химических реагентов, что в реставрации недопустимо. Поэтому пигментообразование у грибов, поражающих произведения графики, можно рассматривать как самостоятельный потенциальный фактор, определяющий возможное изменение физико-химических свойств бумаги. При этом существенно возрастает вредоносность грибов – продуцентов пигментов.

На графических работах и книгах грибы могут использовать в качестве источника углеродного питания целлюлозу бумажной основы, разлагая ее целлюлозолитическими ферментами. Ферментативный

гидролиз целлюлозы, приводящий к разрыву длинных углеводородных цепей на короткие с конечным образованием глюкозы, осуществляется с помощью  $C_1$ -,  $C_x$ - и  $\beta$ -глюкозидаз<sup>6</sup>. При этом бумага теряет эластичность, становится ветхой, может терять до 20% исходной целлюлозы<sup>7</sup>.

Изучение целлюлозолитических свойств по уровню образования редуцирующих сахаров<sup>8</sup> у грибов, выделенных нами из произведений графики, показало, что из 33 исследуемых штаммов только 7 интенсивно разлагают целлюлозу. Наибольшее количество культур, активно разрушающих целлюлозу, относится к родам *Aspergillus* (30 %) и *Trichoderma* (100 %). Установлена прямая корреляция между обрастанием-разрушением бумаги и активностью ферментов, максимальная активность которых отмечена на 10–12-е сутки.

Наибольшей целлюлозолитической активностью отличались *Trichoderma viride* и *Aspergillus oryzae*, образующие соответственно 50,0 мг% и 58,5 мг% редуцирующих сахаров в культуральной жидкости. При этом активность  $C_1$ - фермента у *Trichoderma viride* составляла 30,0 мг%, а у *Aspergillus oryzae* – 41,5 мг%. 26 штаммов слабо или вовсе не гидролизуют целлюлозу, хотя хорошо растут на жидкой минеральной среде с фильтровальной бумагой в качестве источника углерода. Виды грибов, выделенные из графических работ, не гидролизующие целлюлозу, относятся к родам *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Stephylium*, *Rhinocladiopsis*.

Интенсивность ферментативного гидролиза целлюлозы грибами зависит не только от биологических особенностей штаммов и их возраста, но и от степени приспособления последних к функционированию на графических экспонатах, отличающихся техникой исполнения и составом бумаги, в специфических условиях музейного климата.

Поскольку ферментативное разрушение целлюлозы осуществляет лишь 21% грибов, изолированных от поврежденных ими произведений графики, можно предположить, что повреждающий эффект также является результатом частичной утилизации грибами некоторых легкодоступных компонентов бумаги и следствием агрессивного воздействия на бумажную основу вторичных грибных метаболитов (органических кислот, пигментов и др.). Усиленное образование вторичных метаболитов можно рассматривать как средство повышения жизнестойкости грибов в неблагоприятных условиях существования на бумаге, определяемых дефицитом доступных питательных веществ, их ослабленной миграцией и пониженной влажностью музейного микроклимата. Последствия такой микодеструкции особенно опасны для графических работ.

В отличие от ферментативного разрушения целлюлозы, которое может осуществляться грибами лишь в жизнеспособном состоянии, их агрессивные вторичные метаболиты – органические кислоты (снижающие рН пораженной грибами бумаги до 3 и ниже), пигменты (искажающие экспонаты и ослабляющие бумагу) оказывают деструктивное действие и после дезинфекции, до их полного извлечения из бумажной основы.

Таким образом, к главным вопросам проблемы микодеструкции произведений графики, прежде всего, можно отнести изучение видового состава и физиологических особенностей развивающихся на них микромицетов. От их решения зависит правильное понимание механизмов микодеструкции, без чего невозможен подбор эффективных методов и режимов дезинфекции и реставрации музейной графики.

Таблица

Таксономическая характеристика микромицетов, выделенных из произведений графики

- Класс Zygomycetes
- Rhizopus oryzae Went et Prinsen Geerlings
- Класс Ascomycetes
- Chaetomium globosum Kunze ex Tr.
- Класс Deuteromycetes
- Alternaria alternata (Fr.) Keissl  
 Arthrinium phaeospermum (Corda) M.B. Ellis  
 Aspergillus amstelodami (Mang.) Thom et Church  
 A. flavus LK. ex Fr.  
 A. fumigatus Fres.  
 A. funiculosus Smith  
 A. nidulans (Eidam) Wint.  
 A. niger v. Tiegh.  
 A. oryzae (Ahlburg) Cohn  
 A. sclerotiorum Huber  
 A. versicolor (Vuill.) Tiraboscki  
 A. wentii Wehmer  
 Aureobasidium pullulans (d.By.) Arn  
 Botrytis cinerea Pers. ex Fr.  
 Cladosporium herbarum (Pers.) LK. ex Fr.  
 Penicillium brevi-compactum Diereckx  
 P. crustosum Thom

*P. cyclopium* Westling  
*P. expansum* (L.K.) Thom  
*P. fellutanum* Biourge  
*P. frequentans* Westling  
*P. notatum* Westling  
*P. variabile* Sopp  
*Rhinocladiopsis vesiculosa* Kamyschko  
*Stemphylium illicis* Tengwall  
*Trichoderma viride* Pers. ex Fr.  
*Trichothecium roseum* Lk. ex Fr.

<sup>1</sup> Ильичев В.Д. Биоповреждения – проблема XX века // Биоповреждения в промышленности.– Горький, 1983.– С. 3–6; Нюкша Ю.П. Экология биодеструкторов бумаги и изделий из нее // Биоповреждения, методы защиты.– Полтава, 1985.– С. 23–30. Злочевская И.В. Экологические аспекты сохранности произведений искусства // Экологические основы защиты от биоповреждений. Биологические повреждения.– М., 1985.– С. 157–162. Апрелева М.В., Колмакова Е.А. Причины роста грибов в некоторых помещениях Государственного Русского музея // Теория и практика сохранения книг в б-ке.– 1989.– Вып. 15.– С. 51–56.

<sup>2</sup> Нюкша Ю.П. Систематический состав и эколого-физиологические особенности грибов, развивающихся на бумаге документов : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук.– Л., 1972.– 63 с.; Нюкша Ю.П. Биологическое повреждение бумаги и книг.– Спб., 1994.– 233 с.; Алекси-Месхишвили Л.Г. Микрофлора книгохранилищ г. Тбилиси // Сообщ. АН ГССР.– 1985.–Т. 120, № 3.– С. 645–647; Громов О.А., Покровская Ю.В., Попов Ю.В., Эрик Б.В. К оценке биологической обстановки в книго- и архивохранилищах. Сообщ. 1. Биотические факторы // Базовые принципы создания и методы практической реализации технических систем экологической безопасности.– Л., 1989.– С. 192–198; Panthe M., Kerner-Gang W. Hygiene am Arbeitsplatz-Bakterien und Schimmelpilze // Restauro : Zeitschrift für Kunsttechniken, Restaurierung und Museumsfragen. Mitteilungen der IADA.– 1988, N 1.– P. 50–59.

<sup>3</sup> Нюкша Ю.П. Грибные болезни книг и человек // Теория и практика сохранения книг в библиотеке.– Л., 1975.– Вып. 7.– С. 7–43.

<sup>4</sup> Галло Ф. Борьба с микроорганизмами в библиотеках и запасниках архивов // Сообщения ВЦНИЛКР.– М., 1966.– Прил. 3, вып. 2.– С. 86–132.

<sup>5</sup> Hock C.W. Degradation of cellulose as revealed microscopically // Textile research journal.– 1950.– Vol. 20, N 3.– P. 141–151.

<sup>6</sup> Reeze E.T., Downing M.N. Activity of the Aspergilly cellulose, sellulose clerivitives and wool // Micologia, 1951.– Vol. 43, N 1, – P. 16-28; Дауленскене А Ю., Макавецкене Е.Ф., Блузманас П.И. Исследование микроскопических грибов, обнаруженных на старых книгах Республиканской библиотеки Литовской ССР

---

// Проблемы идентификации микроскопических грибов и других микроорганизмов.– Вильнюс, 1987.– С. 14–15.

<sup>7</sup> *Нюкша Ю.П.* Изменение химических и механических свойств бумаги при ее поражении грибом *Gymnoascus Setosus* // Микробиология.– 1960.– Т. 29, № 2. – С. 276–280.

<sup>8</sup> *Билай В.И., Лизак Ю.В., Новикова Г.М., Коваль Э.З.* Целлюлозолитические свойства грибов, поражающих произведения графики // Микробиол. журн.– 1978.– Т. 40, № 5.– С. 577–581.