

Видовое разнообразие и субстратная специфичность микромицетов, распространенных в музейных зданиях города Баку (на примере Музея Истории Азербайджана)

Поступила 17.12.2019 г. / Принята к публикации 01.07.2020 г.

© Алиев Ильхам Азизхан оглы¹, Ибрагимов Эльшад Агавели оглы²

¹ Институт Микробиологии Национальной Академии Наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

² Азербайджанский Медицинский Университет, г. Баку, Азербайджан

Аннотация. Исследование посвящено изучению видового разнообразия и субстратной специфичности микромицетов, распространенных в Музее Истории Азербайджана в городе Баку. Выявлено, что в музее распространено 48 видов, относящихся к 16 родам микромицетов. Сформированные внутри здания музея микобиота преимущественно представлена 2 родами, в том числе *Aspergillus* (15 видов) и *Penicillium* (10 видов), характеризующиеся наиболее широким спектром видового разнообразия, они составляют 52% от общей микобиоты. Определено, что 6 видов грибов, в том числе *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Aspergillus niger* Tiegh, *A. versicolor* (Vill.) Tirab, *Cladosporium cladosporioides* (Fresen) G.A. de Vries, *Penicillium chrysogenum* Thom и *Trichoderma viride* Pers.: Fr. независимо от химического состава субстратов встречаются поверхности всех видов музейных экспонатов. Выяснено, что в музее в распределении микромицетов важную роль играет субстратная специфичность. В музейных помещениях условия среды, в частности, повышенная влажность, могут служить причиной выявления условно патогенных грибов, которые оценивается как фактор риска здоровья людей. Субстратная специфичность микромицетов во многом зависит от химического состава музейных экспонатов. Грибы, имеющие сбалансированную ферментную систему оказывают существенное влияние на качественные изменения музейных экспонатов.

Ключевые слова. Музей, микромицеты, видовое разнообразие, субстратная специфичность, экспонат, химический состав, питательная среда, среда Чапека, среда Сабуро.

Species diversity and substrate specificity of micromycetes spread in the museum buildings in Baku (on the example of the National Museum of the History of Azerbaijan)

Received on December 17, 2019 / Accepted on July 01, 2020

© Aliiev Ilkham Azizkhan ogly¹, Ibragimov Elshad Agaveli ogly²

¹ Microbiology Institute of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

² Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

Abstract. The presented work is devoted to the study of species diversity and substrate specificity of micromycetes spread in the National Museum of History of Baku. It has been revealed that 48 species belonging to 16 genera of micromycetes are spread in the museum. As 2 genres formed in the inner environment of the museum, also *Aspergillus* (15 species) and *Penicillium* (10 species) as well, characterized by the widest spectrum of species diversity consist 52% of total micobiota. It was identified that 6 species of fungi, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, *Aspergillus niger* Tiegh, *A. versicolor* (Vuill) Tirab, *Cladosporium cladosporioides* (Fresen) G.A. de Vries, *Penicillium chrysogenum* Thom and *Trichoderma viride* Pers.: Fr. as well not depending on chemical composition of substrates are met on the surfaces of all the museum exhibitors. It is clarified that in the museum setting of micromycetes lays an important role as substrate specificity. In museum premises, environmental conditions, in particular, high humidity, can cause the detection of conditionally pathogenic fungi, which is assessed as a risk factor for human health. The substrate specificity of micromycetes largely depends on the chemical composition of museum exhibits. Mushrooms with a balanced enzyme system have a significant impact on the qualitative changes in museum exhibits.

Keywords. Museum, micromycetes, species diversity, substrate specificity, exhibit, chemical composition, culture medium, Chapek agar, Saburo agar.

Введение. Прошлое, историческая культура каждого народа, отражаясь на созданных ими образцах национального

искусства, сохраняются по сей день. Роль музеев в сохранении этих предметов национального искусства незамени-

ма. Однако, находящиеся на хранении экспонаты и другие предметы со временем подвергаются определенным качественным изменениям. Внутри музейных зданий заметны влияние физических и химических факторов окружающей среды, оказываемые на экспонаты, а также существенную роль играют в этом вопросе микроорганизмы, в том числе микроскопические грибы [2, 5, 6]. Изменения экологического состояния во внешней городской среде создают определенные трудности в сохранении стабильного гидротермического режима внутри музейных зданий, и это, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на процесс увеличения микромицетов и, в частности, обогащение видового состава служат причиной еще большего ускорения процессов изменения и разрушения экспонатов.

Известно, что разнообразие химического состава музейных предметов и экспонатов имеет важное значение в выявлении их физико-химической деградации или биологической деградации. Именно поэтому субстратная специфичность микроскопических грибов, распространенных в музейных зданиях, находится в зависимости от химического состава экспонатов [1, 7, 10].

Актуальность этой работы обусловлена тем, что современный подход к сохранению культурного наследия требует разработки комплекса мер профилактического характера, частью которого является микологический контроль музейных помещений.

Целью данного исследования было изучение и анализ видового состава и субстратной специфичности микобиоты, сформировавшейся в Музее Истории Азербайджана в городе Баку в условиях хранения и экспонирования предметов.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследований был выбран Музей Истории, расположенный в городе Баку. Музей состоит из просторных выставочных салонов и многочисленных сквозных анфиладных комнат. Музею принадлежат тысячи экспонатов, различного химического состава, отражающих историческую культуру прошлых веков. **Задачей проведенных экспериментов** являлось изучение микологического аспекта в

хранении и экспонировании предметов. Микромицеты выделяли из воздуха музейных помещений методом седиментации, которые в течение 30–45 минут оседали на открытые чашки Петри с питательной средой. Налеты с поверхностей различных музейных предметов отбирали стерильными тампонами аппликационным способом и переносили их на питательный агар. Образцы, взятые из атмосферного воздуха и с поверхности различных экспонатов инокулировали на питательных средах Чапека и Сабуро. Инкубация посевов проводили в термостате при температуре $26 \pm 2^\circ\text{C}$. Выросшие колонии грибов подсчитывали через 3, 5 и 7 суток. Количество проросших грибов определяли путем вычисления КОЕ (колониеобразующие единицы). Результаты пересчитывали на 1 м^3 воздуха и на 1 г аппликативного материала соответственно по формуле Омелянского:

$$x = [5a10^210^3]/[10bt],$$

где x – количество микромицетов в 1 м^3 воздуха; a – количество колоний на чашке; b – площадь чашки (см^2); t – время экспозиции (мин.).

Нужно отметить, что так как результаты, выраженные как в 1 м^3 атмосферного воздуха так и в 1 г аппликативного материала с помощью КОЕ, это показывает их общее множество. Идентификация грибов проведена с помощью общепринятых определителей [3, 4, 8, 9].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате микологических анализов, проведенных в музейных помещениях, было выяснено, что на поверхности экспонатов обитают 48 видов относящихся к 16 родам микромицетов (см. таблицу). Внутри здания музея распространены преимущественно представители микобиоты 2 родов, в том числе *Aspergillus* (15 видов) и *Penicillium* (10 видов), которые характеризуются наиболее широким спектром видового разнообразия, составляют 52% от общей микобиоты. В то же время, основной показатель экологического состояния – видовое разнообразие темноокрашенных грибов, в частности рр. *Alternaria*, *Cladosporium* и *Stemphyllium*, будучи достаточно высоким, составляет 18,7% от общей микобиоты. Несмотря на то, что другие роды представлены 1...2 видами, в создании доминантного ядра микобиоты они участвуют как основные компоненты.

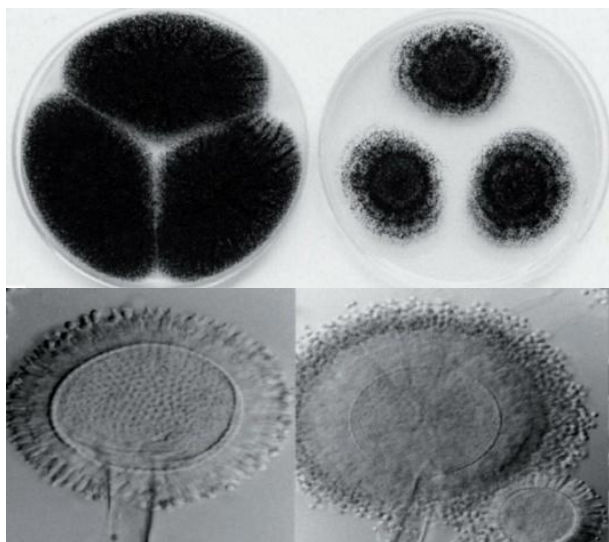
Микромицеты, обитающие на поверхности музейных экспонатов, и их субстратная специфичность (на примере Музея Истории Азербайджана)

№ п.п.	Виды грибов	Субстраты						
		Камень	Метал	Кожа	Керамика	Текстиль	Древесина	Живопись
1	<i>Acremonium strictum</i> W.Gams.	-	-	-	-	-	-	-
2	<i>Alternaria alternata</i> Fr. Keissl.	+	+	+	+	+	+	+
3	<i>A. radicina</i> Meier.	-	-	+	-	-	-	+
4	<i>A. oleracea</i> (Berk) Sacc.	-	-	+	-	-	+	+
5	<i>A. pluriseptata</i> Ellis et Everh.	-	-	-	-	-	+	-
6	<i>Aspergillus flavipes</i> Thom et Church.	-	-	+	-	-	-	+
7	<i>A. candidus</i> Link Fr.	+	-	+	-	-	+	+
8	<i>A. clavatus</i> Desm.	-	-	-	+	-	-	-
9	<i>A. flavus</i> Link. Fr.	-	-	-	-	-	+	-
10	<i>A. fumigatus</i> Fresen.	+	-	-	-	-	-	-
11	<i>A. glaucus</i> Link.	-	-	-	-	-	+	-
12	<i>A. niger</i> Tiegh.	+	+	+	+	+	+	+
13	<i>A. niveus</i> Blochwitz	-	-	-	-	-	+	-
14	<i>A. ornatus</i> Cohn.	-	+	-	-	-	-	-
15	<i>A. ustus</i> Thom et Church.	+	-	-	+	-	-	-
16	<i>A. repens</i> Fischer.	-	-	+	-	-	-	-
17	<i>A. sydowii</i> Thom et Church.	+	-	+	-	-	+	+
18	<i>A. unguis</i> Thom.	-	-	-	-	-	-	+
19	<i>A. ochraceus</i> K. Wilh.	-	-	+	-	+	-	-
20	<i>A. versicolor</i> Tirab.	+	+	+	+	+	+	+
21	<i>Aureobasidium pullulans</i> Arnaud.	-	-	-	-	-	+	-
22	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze.	-	-	-	-	+	+	-
23	<i>Cladosporium elatum</i> (Harz.) Nannf.	-	-	-	-	-	+	-
24	<i>Cl. cladosporioides</i> de Vries.	+	+	+	+	+	+	+
25	<i>Cl. herbarum</i> (Pers). Link.	-	-	-	-	-	+	+
26	<i>Fusarium oxysporium</i>	-	-	-	-	+	+	+
27	<i>Eurotium rubrum</i> Koniget et al.	-	+	-	-	+	-	-
28	<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer.	-	-	+	-	+	-	-
29	<i>M. mucedo</i> Fresen.	-	-	-	-	-	+	-
30	<i>Paecilomyces marguandii</i> Hughes.	-	-	-	-	-	+	-
31	<i>P. variotii</i> Bainier.	-	-	-	-	-	+	-
32	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom.	+	+	+	+	+	+	+
33	<i>P. desimbens</i> Thom.	-	-	+	-	-	-	-
34	<i>P. jansewski</i> Zaleskii.	-	-	+	-	-	-	-
35	<i>P. funiculosum</i> Thom.	-	-	-	+	-	+	-
36	<i>P. lanosum</i> Westling.	-	-	-	-	-	-	+
37	<i>P. notatum</i> Westling.	-	-	-	+	-	-	-
38	<i>P. paxilli</i> Bainier.	+	-	-	+	-	-	-
39	<i>P. purpurogenum</i> .	-	-	-	-	-	+	-
40	<i>P. tardum</i> Thom.	-	-	-	-	-	-	+
41	<i>P. verruculosum</i> Dierckx.	-	-	-	+	-	-	-
42	<i>Stemphyllum piriforme</i> Walr.	+	-	-	-	-	-	+
43	<i>St. ilicis</i> Tengwall.	-	-	+	-	-	-	-
44	<i>Stachybotrys chartum</i> Hughes.	+	-	+	-	-	-	-
45	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai.	-	-	+	-	+	-	+
46	<i>T. viride</i> Pers.: Fr.	+	+	+	+	+	+	+
47	<i>Verticillium lateritium</i> W. Gams.	+	-	-	-	-	+	+
48	<i>Ulocladium chartarum</i> Simmons.	-	-	+	-	-	-	+

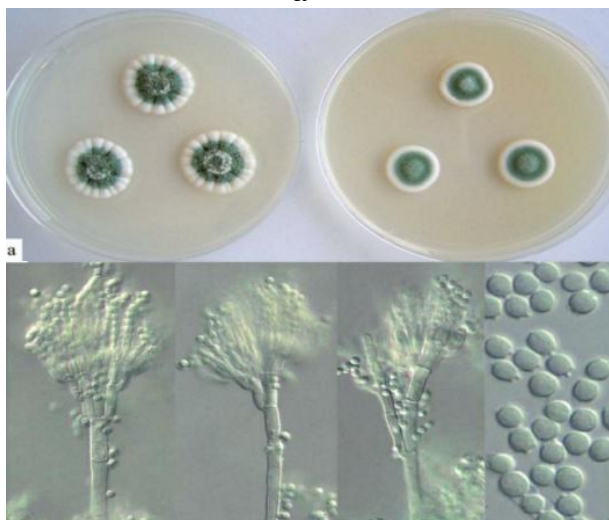
Также отсутствие контроля над гидротермическим режимом в музейном здании оказывает влияние и на превращение распространенных в сапротрофной форме грибов в различные клинико-биологические формы. Повышенная влажность в музейном здании обычно служит причиной выявления условных патогенов, относящихся к *pp. Alternaria, Aspergillus, Chaetomium, Fusarium, Penicillium, Stachybotrys* и *Mucor*, а это приводит к проявлению оппортунистических микозов у сотрудников музея с иммунной недостаточностью (см. рисунок). В ходе работы в сравнительном аспекте были проанализированы музейные

экспонаты различного химического состава по видовому разнообразию. Было выявлено, что 6 видов грибов, в том числе *Alternaria alternata, Aspergillus niger, A. versicolor, Cladosporium cladosporioides, Penicillium chrysogenum* и *Trichoderma viride* независимо от химического состава субстратов встречаются на поверхности всех видов музейных экспонатов. Основной причиной этого является наличие сбалансированной ферментной системы, характеризующихся широким спектром механизма действия, у вышеуказанных грибов. Нужно отметить, что выявление в музейных зданиях таких грибов с мощной ферментной

системой вызывает ускорение существенных качественных изменений у музейных экспонатов. Поэтому обнаружение в музейном здании указанных грибов оценивается как начальный признак нарушения микологической безопасности и делает необходимым проведение неотлагательных мер по устранению данных признаков.



а



б

Колонии и конидии грибов *Aspergillus* (а) и *Penicillium* (б)

Таким образом в музейном здании микровицеты при наличии благоприятных условий с легкостью вызывают спонтанную деградацию экспонатов, создают на их внешнем виде заметные изменения. Это свидетельствует о превышении норм допустимой контаминации микокомплекса, сформированного в

музейном здании, и даже в некоторых случаях служит доказательством достижения опасной черты. Было выяснено, что в этом вопросе особенно важную роль играет субстратная специфичность микромицетов. В то же время обострение экологической ситуации в музейных зданиях активизирует потенциальных патогенов, это может оцениваться как фактор риска для посетителей и особенно, сотрудников музея.

Выводы

В музейных помещениях условия среды, в частности, повышенная влажность, могут служить причиной выявления условно патогенных грибов, которые оцениваются как фактор риска здоровья людей.

Субстратная специфичность микромицетов во многом зависит от химического состава музейных экспонатов. Грибы, имеющие сбалансированную ферментную систему оказывают существенное влияние на качественные изменения музейных экспонатов.

Библиографический список

1. Алмев И.А. Некоторые эколого-биологические свойства оппортунистических представителей микобиоты в жилых зданиях / И.А. Алмев, С.М. Джабраилзаде [и др.] // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. 2014. № 2. С. 15-19.
2. Алиев И.А., Гусейнова А.А. Некоторые особенности адгезии условно-патогенных грибов // Наука, образование и культура «Биологические науки». 2018. № 6(30). С. 5-8
3. Васильев О.Д. Методология исследования микобиоты помещений / О.Д. Васильев, В.Г. Гоик [и др.] // Проблемы медицинской микологии. 2002. Т. 4. В. 2. С. 66-67.
4. Кашкин П.Н., Хохряков М.К., Кашкин А.П. Определитель патогенных, токсигенных и вредных для человека грибов. Л.: Медицина, 1979. 270 с.
5. Кирцидели И.Ю., Ананасевич Н.В. Микромицеты воздуха Государственного русского музея // Проблемы хранения и реставрации экспонатов в художественного музея: матер. науч.-практ. семинара. СПб., 2001. С. 112-118.
6. Кондратюк Т.А., Захарченко В.А., Наконечная А.Т. Экологическая

оценка микромицетов развивающихся на стенах музейных помещений и музейных предметах // Современная микология в России. I-Съезд микологов: тез. докл. М., 2002. С. 60.

7. Лебедева Е.В. Микроорганизмы – разрушители настенной живописи церкви Св. Николая в с. Кинцвиси (Грузия) / Е.В. Лебедева, А.В. Назаренко [и др.] // Микология и фитопатология. 1997. Т. 31. Вып. 6. С. 37-41.

8. De Hoog G.S., Guarro L., Gene L., Figueras M.L. Atlas of clinical fungi. CBS., Utrecht: Universitat Rovaria I Virgli Reus, Span, 2000. 1126 p.

9. Duncan S.M., Farrell R.L., Lardan N., Lurgens L.A., Blanchette R.A. Monitoring and identification of airborne fungi at historic locations on Ross Island, Antarctica // Polar Sci. 2010, Vol. 4. P. 275-283.

10. Valentin N. Microbial contamination in museum collections: organic materials // Molecular Biology and Cultural Heritage: Proc. of the internat. Congr. on Molecular Biology and Cultural Heritage. 2003, Sevilla. P. 85-90.

References in roman script

1. Aliev I.A. Nekotorye ekologicheskie svoystva opportunisticheskikh predstavitelej mikrobioty v zhilykh zdaniyah / I.A. Aliev, S.M. Dzhabrailzade [i dr.] // Vestnik MGOU. Seriya: Estestvennye nauki. 2014. № 2. S. 15-19.

2. Aliev I.A., Gusejnova A.A. Nekotorye osobennosti adgezii uslovno-patogennykh gribov // Nauka, obrazovanie i kul'tura «Biologicheskie nauki». 2018. № 6(30). S. 5-8

3. Vasil'ev O.D. Metodologiya issledovaniya mikrobioty pomeshchenij /

O.D. Vasil'ev, V.G. Goik [i dr.] // Problemy medicinskoj mikologii. 2002. T. 4. V. 2. S. 66-67.

4. Kashkin P.N., Hohryakov M.K., Kashkin A.P. Opredelitel' patogennykh, toksigennykh i vrednykh dlya cheloveka gribov. L.: Medicina, 1979. 270 s.

5. Kircideli I.YU., Ananasevich N.V. Mikromicety vozduha Gosudarstvennogo russkogo muzeya // Problemy hraneniya i restavracii eksponatov v hudozhestvennogo muzee: mater. nauch.-prakt. seminarov. SPb., 2001. S. 112-118.

6. Kondratyuk T.A., Zaharchenko V.A., Nakonechnaya A.T. Ekologicheskaya ocenka mikromicetov razvivayushchihnya na stenah muzejnykh pomeshchenij i muzejnykh predmetah // Sovremennaya mikologiya v Rossii. I-S"ezd mikologov: tez. dokl. M., 2002. S. 60.

7. Lebedeva E.V. Mikroorganizmy – разрушители настенной живописи церкви Св. Николая в с. Кинцвиси (Грузия) / Е.В. Лебедева, А.В. Назаренко [и др.] // Микология и фитопатология. 1997. Т. 31. Вып. 6. С. 37-41.

8. De Hoog G.S., Guarro L., Gene L., Figueras M.L. Atlas of clinical fungi. CBS., Utrecht: Universitat Rovaria I Virgli Reus, Span, 2000. 1126 p.

9. Duncan S.M., Farrell R.L., Lardan N., Lurgens L.A., Blanchette R.A. Monitoring and identification of airborne fungi at historic locations on Ross Island, Antarctica // Polar Sci. 2010, Vol. 4. P. 275-283.

10. Valentin N. Microbial contamination in museum collections: organic materials // Molecular Biology and Cultural Heritage: Proc. of the internat. Congr. on Molecular Biology and Cultural Heritage. 2003, Sevilla. P. 85-90.

Дополнительная информация

Сведения об авторах:

Алиев Ильхам Азизхан оглы, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Научно-исследовательская лаборатория микробиологии антропогенных сред; Институт Микробиологии Национальной Академии Наук Азербайджана; AZ1004, Азербайджан, г. Баку, ул. М. Мушвига, 113.

Ибрагимов Эльшад Агавели оглы, кандидат биологических наук, ассистент кафедры; Азербайджанский Медицинский Университет; AZ1022, Азербайджан, г. Баку, ул. Самед Вургун 167.



В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные ус-

ловия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

Для цитирования: Алиев И.А., Ибрагимов Э.А. Видовое разнообразие и субстратная специфичность микромицетов, распространенных в музейных зданиях города Баку (на примере Музея Истории Азербайджана) // Экология и строительство. 2020. № 2. С. 4–9. doi: [10.35688/2413-8452-2020-02-001](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2020-02-001).

Additional Information

Information about the authors:

Aliev Ilkham Azizkhan ogly, candidate of biological sciences, senior researcher; Research laboratory of microbiology of anthropogenic environments; Microbiology Institute of the Azerbaijan National Academy of Sciences; 113, M. Mushvig st., Baku, Azerbaijan, AZ1004.

Ibragimov Elshad Agaveli ogly, candidate of biological sciences, assistant of the department; Azerbaijan Medical University; 167, Samed Vurgun st., Baku, Azerbaijan, AZ1022.



This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

For citations: Aliev I.A., Ibragimov E.A. Species diversity and substrate specificity of micromycetes spread in the museum buildings in Baku (on the example of the National Museum of the History of Azerbaijan) // Ekologiya i stroitelstvo. 2020. № 2. P. 4–9. doi: [10.35688/2413-8452-2020-02-001](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2020-02-001).