

УДК 579.63  
AGRIS T01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/127/07>

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПАТОГЕННЫЕ СВОЙСТВА АЛЛЕРГЕННЫХ ГРИБОВ, ОБИТАЮЩИХ В ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЯХ

©Алиев И. А., ORCID: 0000-0002-5561-5737, канд. биол. наук, Институт молекулярной биологии министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан, [ilham-aliev-59@mail.ru](mailto:ilham-aliev-59@mail.ru)

## SPECIES DIVERSITY AND PATHOGENIC PROPERTIES OF ALLERGENIC FUNGI INHABITING SCHOOL BUILDINGS

©Aliyev I., ORCID: 0000-0002-5561-5737, Ph.D., Institute of Molecular Biology of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, [ilham-aliev-59@mail.ru](mailto:ilham-aliev-59@mail.ru)

**Аннотация.** Представленная работа посвящена изучению видового разнообразия микобиоты, формирующейся в школьных зданиях, и её патогенных свойств. Установлено, что в школьных зданиях широко распространены грибы с аллергенными свойствами, составляющие более 50% общей микобиоты. Также выявлено, что высокая относительная влажность на первых этажах школьных зданий приводит к увеличению доли аллергенных компонентов в аэромикробиоте свыше 30%, что создаёт условия для эндогенного заражения. Одновременно установлено, что микогенная сенсibilизация организма человека аллергенными грибами приводит к синтезу аллергенных веществ, различающихся по физико-химическим свойствам, которые непосредственно вызывают проявление их патогенных свойств. Сравнительная характеристика по частоте встречаемости показала, что: *Aspergillus niger* встречается в 50% случаев; *Rhizopus nigricans* и *Rhizopus stolonifer* – по 47%; *Penicillium chrysogenum* и *Penicillium expansum* – по 40%; *Alternaria alternata* – 34%; *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus fumigatus* – по 30%; *Penicillium funiculosum* и *Penicillium tardum* – по 20%; *Cladosporium herbarum* – 17%. Остальные виды встречаются с частотой ниже 10% и считаются случайными или редкими.

**Abstract.** The presented work is devoted to the study of the species diversity of the mycobiota formed in school buildings and its pathogenic properties. It has been established that fungi with allergenic properties are widely distributed in school buildings, accounting for more than 50% of the total mycobiota. It was also found that high relative humidity on the first floors of school buildings leads to an increase in the allergenic composition of the aeromycobiota by more than 30%, creating conditions for endogenous infection. At the same time, it was established that mycogenic sensitization of the human body to allergenic fungi leads to the synthesis of various biologically active substances with different physicochemical properties, directly causing the manifestation of their pathogenic effects. Comparative characteristics by frequency of occurrence showed that: *Aspergillus niger* occurs in 50% of cases; *Rhizopus nigricans* and *Rhizopus stolonifer* – 47% each; *Penicillium chrysogenum* and *Penicillium expansum* – 40% each; *Alternaria alternata* – 34%; *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, and *Aspergillus fumigatus* – 30% each; *Penicillium funiculosum* and *Penicillium tardum* – 20% each; *Cladosporium herbarum* – 17%. The remaining species occur with a frequency of less than 10% and are considered accidental or rare.

*Ключевые слова:* школа, аэромикобиота, аллерген, эндогенное заражение, микогенная сенсibilизация, патогенность.

*Keywords:* school, aeromycobiota, allergen, endogenous infection, mycogenic sensitization, pathogenicity.

В современный период рост численности населения и ускорение урбанизации способствовали широкому распространению микромицетов, что сделало проблему микогенной сенсibilизации весьма актуальной. Установлено, что более 80 видов микромицетов, распространённых в окружающей среде, обладают аллергенными свойствами [7, 12].

Исследования показывают, что частота встречаемости аллергических заболеваний варьирует от 6% до 24%. Аллергические заболевания, вызванные микроскопическими грибами, уже подтверждены клиническими исследованиями. Именно поэтому такие грибы называют источниками аллергенов. Следует отметить, что на основе информации от низкоаффинных рецепторов в организме микромицетами синтезируются макромолекулы аллергенов, отличающиеся по физико-химическим свойствам. Сравнительные клинические исследования показывают, что грибы с аллергенными свойствами широко распространены [2, 5].

Среди них представители пяти родов — *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* и *Malassezia* — занимают доминирующее положение. В патогенезе заболеваний, вызванных этими грибами, особая роль принадлежит микогенной сенсibilизации. Кроме того, установлено, что ключевым фактором в этиологии аллергических заболеваний является высокая ферментативная активность микроаллергенов [3, 9].

Следует подчеркнуть, что патологии микотического происхождения характеризуются как «инфекции цивилизации» и являются приоритетным направлением исследований. Это доказывает важность вопросов микологической безопасности для участников образовательного процесса. [8, 11].

Целью работы являлось изучение видового разнообразия микроскопических грибов, заселяющих школьные здания в г. Баку, и аллергенного состава формирующейся микобиоты.

#### *Материалы и методы*

В ходе исследования были выбраны 9 школьных зданий, расположенных в районах Сабаиль, Ясамал и Бинагади города Баку, построенные в разные годы. В исследуемых школах были проведены качественные ремонтные работы, и они были оснащены современным оборудованием. Микологические исследования проводились на всех этажах соответствующих школ, где отбирались пробы и выполнялись микологические анализы.

В результате визуальных наблюдений в обследованных школьных зданиях были выявлены плесневые пятна различной окраски. Пробы отбирались методом седиментации и аппликации как из атмосферного воздуха, так и с поверхности различных субстратов. Инокуляция полученных образцов осуществлялась как на питательную среду Сабура, так и на среду Чапека-Докса. Так, из атмосферного воздуха с помощью пылесоса-импактора PU-1В пробы брались с поверхности потолка, пола, стен и других предметов, а также с площади 1 дм<sup>2</sup> при помощи стерильных ватных тампонов или скарификационных инструментов мягким или смывным методом и помещались в 1 мл стерильной дистиллированной воды. Образцы высевались на вышеуказанные питательные среды и инкубировались при температуре 28°C в течение 7 суток.

Для определения и идентификации грибов использовались общепринятые культурные, морфологические и микроскопические методы, а также существующие определители [1, 4, 6, 10].

Эксперименты проводились в 4–6 повторностях.

#### Полученные результаты и их обсуждение

Установлено, что микобиота школьных зданий достаточно богата по видовому разнообразию и состоит из 30 видов (Таблица).

Выявлено, что среди грибов, обнаруженных в школьных зданиях, имеются виды с аллергенными свойствами, которые составляют более 50% общей микобиоты. Сравнительная характеристика аллергенных грибов по родовому составу показывает, что: род *Penicillium* представлен 8 видами (26,6%); *Aspergillus* — 5 видами (16,6%); *Cladosporium* и *Fusarium* — по 3 вида (10+10%); *Alternaria*, *Malassezia*, *Rhizopus* и *Trichophyton* — по 2 вида (26,4%; 6,6%×4); *Paecilomyces*, *Mucor* и *Ulocladium* — по 1 виду -9,9%. Таким образом, среди аллергенных грибов доминируют роды *Penicillium* и *Aspergillus*, характеризующиеся наибольшим видовым разнообразием.

Таблица

#### СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРИБОВ

Род	Вид
<i>Alternaria</i> (1/2)	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.; <i>A. radicina</i> Meier
<i>Aspergillus</i> (1/5)	<i>Aspergillus candidus</i> (Fr.) Link; <i>A. flavus</i> Link; <i>A. fumigatus</i> Fresen; <i>A. niger</i> Tiegh; <i>A. oryzae</i> Link
<i>Cladosporium</i> (1/3)	<i>Cladosporium elatum</i> Nannf; <i>C. herbarum</i> Link; <i>C. fulvum</i> Link
<i>Penicillium</i> (1/8)	<i>Penicillium brevi-compactum</i> Dierckx; <i>P. citrinum</i> Thom; <i>P. diversum</i> Sacc; <i>P. expansum</i> Link; <i>P. chrysogenum</i> Thom; <i>P. funiculosum</i> Thom; <i>P. oxalicum</i> Currie et Thom; <i>P. tardum</i> Thom
<i>Paecilomyces</i> (1/1)	<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier
<i>Fusarium</i> (1/3)	<i>Fusarium culmorum</i> Nees; <i>F. moniliforme</i> Scheld; <i>F. oxysporium</i> Fuckel
<i>Malassezia</i> (1/2)	<i>Malassezia furfur</i> ; <i>M. sympodialis</i>
<i>Mucor</i> (1/1)	<i>Mucor saturninus</i>
<i>Rhizopus</i> (1/2)	<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb; <i>Rh. stolonifer</i> Ehrenb
<i>Trichophyton</i> (1/2)	<i>Trichophyton rubrum</i> ; <i>T. tonsurans</i>
<i>Ulocladium</i> (1/1)	<i>Ulocladium atrum</i> Preuss

Сравнительная характеристика по частоте встречаемости показала, что: *Aspergillus niger* встречается в 50% случаев; *Rhizopus nigricans* и *Rhizopus stolonifer* – по 47%; *Penicillium chrysogenum* и *Penicillium expansum* – по 40%; *Alternaria alternata* – 34%; *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus fumigatus* – по 30%; *Penicillium funiculosum* и *Penicillium tardum* – по 20%; *Cladosporium herbarum* – 17%. Остальные виды встречаются с частотой ниже 10% и считаются случайными или редкими.

Проведённые микологические исследования показывают, что в условиях относительной стационарности внутренней среды школьных зданий адаптация микромицетов происходит быстрее, вследствие чего их концентрация в помещении значительно возрастает. В результате интенсифицируется процесс микогенной сенсibilизации, и именно в этот момент аллергенные грибы проявляют особую активность.

В ходе исследований установлено, что одним из основных факторов, определяющих сенсibilизирующую активность аллергенных грибов, является лёгкий вес спор, которые

характеризуются 0,1-0,7 мкг. Такие споры способны совершать быстрые хаотические траектории в воздушном пространстве, что облегчает их миграцию в организм.

К лёгкоспоровым аллергенным грибам относятся: *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium chrysogenum*, *Fusarium culmorum*, *Mucor satirnimus* и др.

Кроме того, одной из причин высокой сенсibilизирующей активности аллергенных грибов является их малый размер спор. Так, споры *Alternaria alternata*, *Aspergillus candidus*, *A. oryzae*, *Penicillium chrysogenum*, *P. tardum*, *P. diversum*, *P. expansum*, *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium fulvum*, *Fusarium moniliforme*, *Mucor satirnimus*, *Ulocladium atrum* имеют размеры 1–2 мкм, что позволяет им легко проникать в верхние дыхательные пути и вызывать различные аллергические заболевания.

Установлено, что *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium chrysogenum* и *Cladosporium herbarum* обладают наиболее высокой сенсibilизирующей активностью по сравнению с другими.

Также в ходе исследований было подтверждено, что одним из симптомов наличия аллергенных грибов в школьных зданиях является значительное количество учеников, страдающих аллергическими заболеваниями.

По результатам исследований выяснено, что среди школьников, страдающих различными аллергическими патологиями, 20–25% проявляют высокую чувствительность к плесневым грибам. В этих случаях аллергенные микромицеты синтезируют высокомолекулярные иммунологически активные вещества и секретируют их в организм, что приводит к развитию соответствующих патологий.

Установлено, что у школьников происходит контаминация аллергенными грибами, а также быстрое проникновение мелких спор и конидий в организм людей с низким иммунным статусом.

Даже если в воздухе первого этажа школьных зданий, где уровень влажности достаточно высок, концентрация аллергенных грибов превышает 30%, то при дыхании учащихся эндогенное заражение верхних дыхательных путей аллергенными грибами достигает 70–90%. В этом случае наибольшую активность проявляют роды *Aspergillus* и *Penicillium*, особенно *Aspergillus fumigatus* и *Penicillium chrysogenum*.

Кроме того, установлено, что аллергенные грибы, особенно относящиеся к родам *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* и *Malassezia*, в процессе микогенной сенсibilизации у человека синтезируют около 40 макромолекулярных аллергенных веществ, отличающихся по физико-химическим свойствам, на основе информации о низкоаффинных рецепторах (IgE).

Следует отметить, что именно с помощью этих иммунологически активных веществ аллергенные грибы преодолевают защитные барьеры организма и вызывают аллергические патологии. Проведённые исследования показывают, что фактор влажности стимулирует размножение аллергенных грибов в школьных зданиях. В условиях повышенной влажности лёгкоспоровые грибы адсорбируются различными компонентами бытовой пыли, превращаются в биоаэрозоли, а их масса и размеры практически удваиваются. Это ускоряет активацию как эндогенных, так и экзогенных механизмов заражения организма, в результате чего проявляются различные микоаллергические патологии.

Таким образом, снижение агрессивности аллергенных грибов, мигрирующих во внутреннюю среду школьных зданий, означает уменьшение риска микоаллергической сенсibilизации среди школьников. Для этого в школьных зданиях необходимо регулярно

проводить санитарно-эпидемиологические обследования и тщательно контролировать микробиологическое состояние.

*Список литературы:*

1. Аак О. В., Соболев А. В., Козлова Я. И. Частота микогенной сенсibilизации, выявляемой серологическим методом, у больных аллергиями // Успехи медицинской микологии. 2004. Т. 3. С. 122-125.
2. Алиев И. А., Джабраилзаде С. М., Ахмедова Ф. Р., Ибрагимов Э. А., Асадова Ш. Ф. Некоторые эколого-биологические свойства оппортунистических представителей микобиоты в жилых зданиях // Географическая среда и живые системы. 2014. №2. С. 15-19.
3. Ахапкина И. Г., Глушакова А. М., Антропова А. Б., Качалкин А. В., Биланенко Е. Н., Желтикова Т. М. Микробиота пыли жилых помещений разного назначения: перспектива оценки аллергенной и пирогенной нагрузок помещений // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. №4. С. 380-387.
4. Ефимова, Д. Д., Разнатовский К. И. Атопический дерматит у беременных: от этиологии до лечения (обзор литературы) // Проблемы медицинской микологии. 2025. Т. 27. №1. С. 13-20. <https://doi.org/10.24412/1999-6780-2025-1-13-20>
5. Елинов Н. П. Микоаллергены // Аллергология. 2001. Т. 1. С. 98-113.
6. Кашкин П. Н., Хохряков М. К., Кашкин А. П. Определитель патогенных, токсигенных и вредных для человека грибов. Л.: Медицина, 1979. 270 с.
7. Марфенина О. Е., Кулько А. Б., Иванова А. Е., Согонов М. В. Микроскопические грибы во внешней среде города // Микология и фитопатология. 2002. Т. 36. №4. С. 22-32.
8. Adams R. I., Mendell M. J. Measuring Building Moisture to Thwart Mold Growth // ASHRAE Journal. 2019. V. 61. №2. P. 58-61.
9. Dagenais T. R. T., Keller N. P. Pathogenesis of *Aspergillus fumigatus* in invasive aspergillosis // Clinical microbiology reviews. 2009. V. 22. №3. P. 447-465.
10. Sabino R., Burco J., Valente J., Veríssimo C., Clemons K. V., Stevens D. A., Tell L. A. Molecular identification of clinical and environmental avian *Aspergillus* isolates // Archives of microbiology. 2019. V. 201. №2. P. 253-257. <https://doi.org/10.1007/s00203-019-01618-y>
11. Švajlenka J., Kozlovská M., Pošiváková T. Assessment and biomonitoring indoor environment of buildings // International Journal of Environmental Health Research. 2017. V. 27. №5. P. 427-439. <https://doi.org/10.1080/09603123.2017.1373276>
12. World Health Organization. Indoor air quality: biological contaminants: report on a WHO meeting, Rautavaara, 29 August–2 September 1988. World Health Organization. Regional Office for Europe, 1990. №ICP/CEH 073.

*References:*

1. Aak, O. V., Sobolev, A. V., & Kozlova, Ya. I. (2004). Chastota mikogennoj sensibilizacii, vy`yavlyaemoj serologicheskim metodom, u bol`ny`x allergozami. *Uspexi medicinskoj mikologii*, 3, 122-125. (in Russian).
2. Aliev, I. A., Dzhabraillzade, S. M., Axmedova, F. R., Ibragimov, E` . A., & Asadova, Sh. F. (2014). Nekotory`e e`kologo-biologicheskie svoystva opportunisticheskix predstavitelej mikobioty` v zhily`x zdaniyah. *Geograficheskaya sreda i zhivy`e sistemy`*, (2), 15-19. (in Russian).
3. Axapkina, I. G., Glushakova, A. M., Antropova, A. B., Kachalkin, A. V., Bilanenko, E. N., & Zheltikova, T. M. (2019). Mikrobiota py`li zhily`x pomeshhenij raznogo naznacheniya: perspektiva ocenki allergennoj i pirogennoj nagruzok pomeshhenij. *Gigiena i sanitariya*, 98(4), 380-387. (in Russian).

4. Efimova, D. D., & Raznatovskij, K. I. (2025). Atopicheskiy dermatit u beremenny`x: ot e`tiologii do lecheniya (obzor literatury`). *Problemy` medicinskoj mikologii*, 27(1), 13-20. (in Russian). <https://doi.org/10.24412/1999-6780-2025-1-13-20>
5. Elinov, N. P. (2001). Mikoallergeny`. *Allergologiya*, (1), 98-113. (in Russian).
6. Kashkin, P. N., Xoxryakov, M. K., & Kashkin, A. P. (1979). Opredelitel` patogenny`x, toksigenny`x i vredny`x dlya cheloveka gribov. Leningrad. (in Russian).
7. Marfenina, O. E., Kul`ko, A. B., Ivanova, A. E., & Sogonov, M. V. (2002). Mikroskopicheskie griby` vo vneshnej srede goroda. *Mikologiya i fitopatologiya*, 36(4), 22-32. (in Russian).
8. Adams, R. I., & Mendell, M. J. (2019). Measuring Building Moisture to Thwart Mold Growth. *ASHRAE Journal*, 61(2), 58-61.
9. Dagenais, T. R., & Keller, N. P. (2009). Pathogenesis of *Aspergillus fumigatus* in invasive aspergillosis. *Clinical microbiology reviews*, 22(3), 447-465.
10. Sabino, R., Burco, J., Valente, J., Verissimo, C., Clemons, K. V., Stevens, D. A., & Tell, L. A. (2019). Molecular identification of clinical and environmental avian *Aspergillus* isolates. *Archives of microbiology*, 201(2), 253-257. <https://doi.org/10.1007/s00203-019-01618-y>
11. Švajlenka, J., Kozlovská, M., & Pošiváková, T. (2017). Assessment and biomonitoring indoor environment of buildings. *International Journal of Environmental Health Research*, 27(5), 427-439. <https://doi.org/10.1080/09603123.2017.1373276>
12. World Health Organization. (1990). *Indoor air quality: biological contaminants: report on a WHO meeting, Rautavaara, 29 August–2 September 1988* (No. ICP/CEH 073). World Health Organization. Regional Office for Europe.

Поступила в редакцию  
10.04.2026 г.

Принята к публикации  
21.04.2026 г.

Ссылка для цитирования:

Алиев И. А. Видовое разнообразие и патогенные свойства аллергенных грибов, обитающих в школьных зданиях // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №6. С. 67-72. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/127/07>

Cite as (APA):

Aliyev, I. (2026). Species Diversity and Pathogenic Properties of Allergenic Fungi Inhabiting School Buildings. *Bulletin of Science and Practice*, 12(6), 67-72. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/127/07>