

Ахапкина И.Г.¹, Глушакова А.М.^{1,2}, Антропова А.Б.¹, Качалкин А.В.^{2,3}, Биланенко Е.Н.², Желтикова Т.М.¹**МИКРОБИОТА ПЫЛИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ РАЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ:
ПЕРСПЕКТИВА ОЦЕНКИ АЛЛЕРГЕННОЙ И ПИРОГЕННОЙ НАГРУЗОК ПОМЕЩЕНИЙ**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова», 105064, Москва;²ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», 119991, Москва;³ФГБНУ «Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина» РАН, 142290, Пущино

Введение. Для людей с гиперчувствительностью актуальна проблема аллергенной и пирогенной нагрузки окружающей среды.

Материал и методы. Проанализирована микробиота пыли хостелов и квартир в г. Москве микробиологическими и молекулярно-генетическими методами.

Результаты. Выявлены в основном аэробные и факультативно-анаэробные бактерии. Численность бактерий в хостелах составляла $4,8 \cdot 10^4$ – $2,0 \cdot 10^9$ НВЧК/г пыли ($Me = 4,8 \cdot 10^6$ НВЧК/г), в квартирах – $3,0 \cdot 10^4$ – $1,0 \cdot 10^9$ НВЧК/г пыли ($Me = 3,8 \cdot 10^6$ НВЧК/г). Грамположительная микрофлора выявлена в 100% квартир, 80% хостелов, грамотрицательная – в 47 и 73% соответственно. Выделено 9 видов дрожжей: *Filobasidium wieringae*, *F. magnum*, *Papiliotrema flavescens*, *Vishniacozyma victoriae*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Debaryomyces hansenii*, *Candida parapsilosis*, *C. tropicalis*, *Meyerozyma guilliermondii*. Доминировала *R. mucilaginosa* (34,5 и 33,4%). В хостелах отмечена высокая встречаемость дрожжей рода *Candida*, в квартирах – дрожжей рода *Filobasidium*. Численность дрожжей в хостелах составляла от $3,5 \cdot 10^3$ до $1,3 \cdot 10^6$ КОЕ/г пыли ($Me = 3,2 \cdot 10^4$ КОЕ/г), в квартирах – от $2,3 \cdot 10^3$ до $2,5 \cdot 10^6$ КОЕ/г пыли ($Me = 3,3 \cdot 10^4$ КОЕ/г). Выявлено 56 видов мицелиальных грибов. В хостелах доминировали *Penicillium chrysogenum* (100%), *Aspergillus niger* (100%), *Rhizopus stolonifer* (100%), *A.ochraceus* (80%), *Mucor plumbeus* (67%), *P.cyclopium* (60%); в квартирах – *P.cyclopium* (60%), *P.chrysogenum* (60%). Численность мицелиальных грибов в хостелах составляла от $1,8 \cdot 10^5$ до $7,5 \cdot 10^6$ КОЕ/г пыли ($Me = 5,2 \cdot 10^5$ КОЕ/г), в квартирах – от $3,3 \cdot 10^3$ до $2,3 \cdot 10^5$ КОЕ/г пыли ($Me = 4,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г). Комплексы микромицетов были схожи в разных хостелах, но различались в квартирах.

Обсуждение. Видовое разнообразие и количество микроорганизмов не дает истинных значений концентрации аллергенных и пирогенных соединений.

Заключение. Необходимо проводить комплексную оценку аллергенных и пирогенных соединений и организмов-продуцентов.

Ключевые слова: дрожжи; микромицеты; грибы; бактерии; домашняя пыль; аллергены; бета-глюканы; липополисахариды; частные и общественные жилые помещения; хостелы.

Для цитирования: 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; 98 (4): 380-387. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-4-380-387>

Для корреспонденции: Ахапкина Ирина Гавриловна, кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова», 105064, Москва. E-mail: isun17@yandex.ru

Финансирование. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ 15-04-03634, 15-29-02553, РНФ № 14-50-00029 (анализ сообщества дрожжей – Глушакова А.М.; идентификация дрожжей молекулярными методами – Качалкин А.В.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 18.03.2018

Принята к печати 06.02.2019

Опубликована 05.2019

Akhapkina I.G.¹, Glushakova A.M.^{1,2}, Antropova A.B.¹, Kachalkin A.V.^{2,3}, Bilanenko E.N.², Zheltikova T.M.¹**HOUSE DUST MICROBIOTA: PROSPECT OF THE ASSESSMENT OF ALLERGENIC
AND PYROGENIC LOADS**¹I.I. Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera, 105064, Moscow, Russian Federation;²M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991, Russian Federation;³Skryabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, 142290, Puschino, Russian Federation

Background. For people with hypersensitivity, the problem of allergenic and pyrogenic environmental load is of great importance.

Material and methods. Hostel and apartment dust in Moscow was analyzed for bacteria and fungi by microbiological and molecular methods.

Results. Aerobic and facultative anaerobic bacteria prevailed, numbers varying from 4.8×10^4 to 2.0×10^9 MPN/g of dust in hostels ($Me = 4.8 \times 10^6$ MPN/g) and from 3.0×10^4 to 1.0×10^9 of dust MPN/g in apartments ($Me = 3.8 \times 10^6$ MPN/g). Gram-positive bacteria were revealed in 100% of apartments and in 80% of hostels, Gram-negative, in 47% of apartments, and in 73% of hostels. 9 yeast species were isolated: *Filobasidium wieringae*, *F. magnum*, *Papiliotrema flavescens*, *Vishniacozyma victoriae*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Debaryomyces hansenii*, *Candida parapsilosis*, *C. tropicalis*, *Meyerozyma guilliermondii*. *R. mucilaginosa* dominated (34.5% and 33.4%). *Candida* spp. were more frequent in hostels, while *Filobasidium* spp., in apartments. Yeast cell number varied from 3.5×10^3 to 1.3×10^6 CFU/g of dust in hostels ($Me = 3.2 \times 10^4$ CFU/g), and from 2.3×10^3 to 2.5×10^6 CFU/g of dust in apartments ($Me = 3.3 \times 10^4$ CFU/g). 56 mycelial fungi species were revealed. *Penicillium chrysogenum* (100%), *Aspergillus niger* (100%), *Rhizopus stolonifer* (100%), *A.ochraceus* (80%), *Mucor plumbeus* (67%), *P. cyclopium* (60%) were the most frequent in hostels. *P. cyclopium* (60%), *P. chrysogenum* (60%) were the most frequent in apartments. Mold concentration varied from 1.8×10^5 to 7.5×10^6 CFU/g of dust in hostels ($Me = 5.2 \times 10^5$ CFU/g) and from 3.3×10^3 to 2.3×10^5 CFU/g of dust in apartments ($Me = 4.0 \times 10^4$ CFU/g). *Micromycetes* complexes were similar in different hostels but differed in apartments.

Discussion. *The species diversity and CFU counts of microorganisms do not give the true values of the concentration of allergenic and pyrogenic compounds.*

Conclusion. *We propose complex assessment involving identification of both allergenic and pyrogenic compounds and producers.*

Key words: *yeast; micromycetes; fungi; bacteria; house dust; allergens; beta-glucans; lipopolysaccharides; private and public premises; hostels.*

For citation: Akhapkina I.G., Glushakova A.M., Antropova A.B., Kachalkin A.V., Bilanenko E.N., Zheltikova T.M. House dust microbiota: the prospect of the assessment of allergenic and pyrogenic loads. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(4): 380-387. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-4-380-387>

For correspondence: Irina G. Akhapkina, Ph.D., leading researcher, I.I. Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera, 105064, Moscow, Russian Federation. E-mail: isun17@yandex.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. This work was partly supported by the Russian Fund of Basic Research grants No 15-04-03634, 15-29-02553, Russian Scientific Fund grant, No. 14-50-00029 (analysis of the yeast community was done by Glushakova A.M.; identification of the yeast by molecular methods – by Kachalkin A.V.)

Received: 18 March 2018

Accepted: 6 February 2019

Published: May 2019

Введение

В нашей стране, как и во всем мире, отмечается рост числа людей с различными аллергическими заболеваниями. Обеспечение комфортных условий жизни для таких людей становится практически государственной задачей, поскольку экономические потери, обусловленные снижением трудоспособности и затратами на оказание медицинской помощи, возрастают с течением времени. Значительную долю аллергозов представляют собой заболевания, в основе которых лежит сенсибилизация к аэроаллергенам. Источниками таких аллергенов являются пыльца растений, микромицеты, членистоногие и др. Попадая в помещения, подвергаясь с течением времени деградации или, наоборот, развиваясь (например, нарастание мицелия грибов и активный конидиогенез, увеличение численности клещей домашней пыли), названные источники выделяют в окружающую среду аллергенные и пирогенные соединения (различные полисахаридные соединения). Последние способны модулировать реакции иммунной системы человека, усиливая или подавляя аллергические проявления [1, 2]. Поэтому для людей с генетической предрасположенностью к гиперчувствительности важно знать количество как аллергенных, так и пирогенных соединений, особенно в жилых помещениях. В связи с развитием туризма немалый интерес представляют общественные жилые помещения – гостиницы, хостелы. Эти помещения отличаются от частных квартир унифицированными предметами обстановки, постельными принадлежностями, частотой и способами уборки. В настоящее время на практике для характеристики помещений чаще используют определение количества источников биологически активных веществ, например, бактерий, микромицетов, микроартропод, пылевых зерен, а не самих аллергенов или пирогенов. Мицелиальные и дрожжевые грибы в пыли и воздухе жилых квартир г. Москвы и других городов подробно изучены, исследованы структура комплекса грибов и его сезонная динамика [3–5]. Обсеменённость воздуха и пыли частных жилых помещений Москвы также ранее нами изучена [6, 7]. Такие данные в отношении хостелов российских городов в известной нам литературе отсутствуют. Данные, касающиеся микробиоты хостелов других стран фрагментарны [8–10]. Задача настоящей работы заключалась в определении видового разнообразия и количества микромицетов и бактерий в пыли частных и общественных жилых помещений микробиологическими методами и оценке эффективности выбранных методов для характеристики аллергенной и пирогенной нагрузки жилых помещений.

Материал и методы

В жилых помещениях (хостелах и квартирах) г. Москвы, расположенных в ЮВАО, в январе были собраны 30 образцов пыли. Каждое помещение расположено в многоэтажном кирпичном доме с центральным отоплением. Образцы пыли отбирали с кроватей в спальнях комнатах. Образцы пыли с постели собирали с помощью пылесоса в тканевые стерильные фильтры с поверхности $0,5 \cdot 0,5 \text{ м}^2$ в течение 1,5–2 мин. Расстояние между волокнами фильтра не превышало 0,1 мм. Микроклиматические параметры воздушной среды в помещениях в момент отбора проб регистрировали согласно показаниям Testo 184 H1 (логгера данных температуры и влажности). В хостелах влажность воздуха колебалась в пределах 13–16%, температура воздуха – в пределах 24–26°C; в квартирах влажность воздуха составила 18–21% и температура воздуха – 24–26°C.

Количественное определение содержания бактерий в пыли проводили при помощи метода предельных разведений [11, 12]. Наиболее вероятное число микробных клеток (НВЧК/г пыли) определяли по таблице Мак-Креди [12]. Тинкториальные характеристики смешанных культур определяли путём окрашивания мазков по Граму.

Дрожжевые и мицелиальные грибы выделяли методом разведений (1:1000) [3–5, 13].

Видовую идентификацию дрожжевых грибов проводили на основе анализа нуклеотидных последовательностей D1/D2 доменов региона 26S (LSU) рДНК [13].

Видовую идентификацию мицелиальных грибов проводили по морфолого-культуральным признакам с помощью определителей [14–16].

Результаты пересчитывали в КОЕ на грамм пыли. Полученные данные были статистически обработаны с помощью программ Excel 2003 и Statistica 8.0.

Результаты

Характер роста смешанных культур бактерий показал присутствие в образцах пыли в основном аэробных и факультативно-анаэробных бактерий (табл. 1). В образцах пыли, собранных как в хостелах, так и в квартирах, доминировали кокковидные полиморфные грамположительные бактерии и палочковидные полиморфные грамположительные и грамотрицательные бактерии. В 53% образцов пыли квартир присутствовали бактерии, способные к газообразованию в предложенных условиях. Содержание бактерий в образцах пыли лежало в пределах от $4,8 \cdot 10^4$ до $2,0 \cdot 10^9$ НВЧК/г пыли и от $3,0 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^9$ НВЧК/г пыли для образцов, собранных в хостелах и квартирах соответственно.

Таблица 1

Характеристика смешанных культур образцов пыли, собранных в хостелах и городских квартирах

Образец	НВЧК/г		Тип дыхания						Тинкториальные свойства								Газообразование	
	квартира	хостел	квартира			хостел			квартира				хостел				квартира	хостел
			А	ФА	АН	А	ФА	АН	К+	К-	П+	П-	К+	К-	П+	П-		
1	3,8 · 10 ⁶	4,8 · 10 ⁴		+			+		+			+				+	Нет	Нет
2	7,5 · 10 ⁵	4,8 · 10 ⁵	+	+	+				+								Нет	Нет
3	3,0 · 10 ⁴	4,8 · 10 ⁵	+	+					+						+		Нет	Нет
4	4,0 · 10 ⁶	4,8 · 10 ⁶	+	+			+	+				+			+		Нет	Нет
5	5,0 · 10 ⁸	4,8 · 10 ⁵	+	+			+	+	+			+	+		+	+	Есть	Нет
6	2,0 · 10 ⁷	1,04 · 10 ⁷	+	+			+	+				+	+				Есть	Нет
7	8,0 · 10 ⁵	2,0 · 10 ⁸		+			+	+							+	+	Нет	Нет
8	5,0 · 10 ⁸	4,8 · 10 ⁷	+	+	+		+	+				+	+	+		+	Нет	Нет
9	2,0 · 10 ⁶	4,8 · 10 ⁶		+			+	+		+			+		+	+	Есть	Нет
10	2,0 · 10 ⁵	1,04 · 10 ⁸		+			+	+				+	+			+	Есть	Нет
11	4,0 · 10 ⁶	2,0 · 10 ⁷	+	+			+	+				+			+	+	Есть	Нет
12	2,0 · 10 ⁶	2,0 · 10 ⁹	+	+			+	+		+		+	+	+	+	+	Есть	Нет
13	4,0 · 10 ⁶	4,0 · 10 ⁶	+	+			+					+		+	+	+	Есть	Нет
14	2,0 · 10 ⁶	2,0 · 10 ⁶	+	+			+	+		+		+	+		+	+	Есть	Нет
15	1,0 · 10 ⁹	1,04 · 10 ⁵		+	+			+				+				+	Нет	Нет

Примечание. А – аэробный; ФА – факультативно-анаэробный; АН – анаэробный; К+ – кокковидные грамположительные бактерии; К- – кокковидные грамотрицательные бактерии; П+ – палочковидные грамположительные бактерии; П- – палочковидные грамотрицательные бактерии.

Всего из всех образцов пыли было выделено 9 видов дрожжевых грибов, относящихся к различным экологическим группам: три типичных эпифитных вида (*Filobasidium wieringae*, *Filobasidium magnum*, *Papiliotrema flavescens*, *Vishniacozyma victoriae*), два эврибионта (*Rhodotorula mucilaginosa*, *Debaryomyces hansenii*) и три вида дрожжей, относящихся к группе оппортунистических дрожжевых грибов (*Candida parapsilosis*, *C. tropicalis*, *Meyerozyma guilliermondii*) (табл. 2 и 3). Численность дрожжевых грибов лежала в пределах от 3,5 · 10³ до 1,3 · 10⁶ КОЕ/г пыли и от 2,3 · 10³ до 2,5 · 10⁶ КОЕ/г пыли в хостелах и квартирах соответственно.

В исследованных образцах пыли было выявлено 56 видов мицелиальных грибов из 18 родов: 38 видов из 12 родов в квартирах и 37 видов из 14 родов в хостелах (см. табл. 3, табл. 4).

В пыли хостелов по встречаемости доминировали *Penicillium chrysogenum* (100%), *Aspergillus niger* (100%),

Rhizopus stolonifer (100%), *Aspergillus ochraceus* (80%), *Mucor plumbeus* (67%), *Penicillium cyclopium* (60%). Часто встречающиеся: *Penicillium citrinum* (53%), *Aspergillus flavus* (47%), *Aspergillus sydowii* (47%), *Aspergillus repens* (33%), *Penicillium glabrum* (33%). По относительному обилию абсолютно доминировал *Penicillium chrysogenum* (73,9%).

В пыли обследованных квартир по встречаемости доминировали *Penicillium cyclopium* (60%) и *Penicillium chrysogenum* (60%), часто встречались *Penicillium glabrum* (53%), *Cladosporium sphaerospermum* (47%), *Aspergillus repens* (40%), *Aspergillus sydowii* (40%), *Aspergillus niger* (33%), *Aspergillus versicolor* (33%). По относительному обилию доминировали *Penicillium cyclopium* (28,9%) и *P. expansum* (22,6%). Численность мицелиальных грибов в образцах находилась в пределах от 1,8 · 10⁵ до 7,5 · 10⁶ КОЕ/г пыли в хостелах и от 3,3 · 10³ до 2,3 · 10⁵ КОЕ/г пыли в квартирах.

Таблица 2

Встречаемость видов дрожжей и относительное обилие в пыли квартир и хостелов

Виды дрожжей	Встречаемость, %		Относительное обилие, %	
	хостелы	квартиры	хостелы	квартиры
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i> (Jorgensen) Harrison	34,5	33,4	49,2	41,7
<i>Candida parapsilosis</i> (Ashford) Langeron et Talice	28,4	12,5	16,2	4,5
<i>Candida tropicalis</i> (Castellani) Berkhout	19,2	2,1	2,2	0,9
<i>Filobasidium wieringae</i> (A. Fonseca et al.) X.Z. Liu et al.	5,1	14,7	12,4	21,9
<i>Filobasidium magnum</i> (Lodder & Kreger-van Rij) X.Z. Liu et al.	4,8	17,6	11,2	9,1
<i>Meyerozyma guilliermondii</i> (Wick.) Kurtzman & Suzuki	0,8	6,4	1,06	3,5
<i>Vishniacozyma victoriae</i> (M.J. Montes et al.) X.Z. Liu et al.	2,1	0,0	0,04	0,0
<i>Debaryomyces hansenii</i> (Zopf) Lodder et Kreger-van Rij	0,9	9,2	6,8	8,1
<i>Papiliotrema flavescens</i> (Saito) X.Z. Liu et al.	4,2	4,1	0,9	10,3
Всего видов	9	8	–	–

Таблица 3

Общее количество и таксономическое разнообразие дрожжевых и мицелиальных грибов в образцах пыли

Образец	Квартиры						Хостелы					
	Количество родов		Количество видов		Общее количество, КОЕ/г		Количество родов		Количество видов		Общее количество, КОЕ/г	
	дрожжи	мицелиальные грибы	дрожжи	мицелиальные грибы	дрожжи	мицелиальные грибы	дрожжи	мицелиальные грибы	дрожжи	мицелиальные грибы	дрожжи	мицелиальные грибы
1	3	2	5	11	$2,3 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^4$	2	4	4	11	$5,2 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^5$
2	3	6	6	9	$2,1 \cdot 10^5$	$4,0 \cdot 10^4$	2	7	4	15	$1,3 \cdot 10^6$	$3,3 \cdot 10^5$
3	4	4	4	4	$1,7 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^4$	1	3	3	12	$4,2 \cdot 10^4$	$5,2 \cdot 10^5$
4	3	4	4	11	$4,3 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^5$	1	5	3	7	$6,4 \cdot 10^4$	$7,5 \cdot 10^6$
5	3	7	3	12	$2,5 \cdot 10^6$	$3,7 \cdot 10^4$	3	4	3	6	$2,2 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^6$
6	4	2	5	8	$1,3 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^5$	2	4	4	6	$3,5 \cdot 10^3$	$7,2 \cdot 10^6$
7	4	5	4	13	$6,8 \cdot 10^3$	$5,5 \cdot 10^4$	2	4	4	6	$3,2 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^6$
8	2	4	4	5	$2,2 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^5$	2	4	2	6	$7,1 \cdot 10^5$	$7,5 \cdot 10^6$
9	3	4	4	4	$3,3 \cdot 10^4$	$6,7 \cdot 10^3$	3	4	3	6	$4,6 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^6$
10	3	2	3	6	$4,5 \cdot 10^3$	$7,0 \cdot 10^4$	2	5	4	12	$2,4 \cdot 10^4$	$6,6 \cdot 10^5$
11	1	2	3	2	$1,1 \cdot 10^5$	$3,3 \cdot 10^3$	2	7	2	13	$5,6 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^5$
12	4	6	4	10	$3,4 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^4$	2	6	2	17	$1,2 \cdot 10^6$	$2,9 \cdot 10^5$
13	4	5	4	9	$7,1 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^5$	3	6	3	13	$8,1 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^5$
14	3	6	5	11	$2,0 \cdot 10^6$	$5,3 \cdot 10^4$	3	5	3	13	$5,1 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^5$
15	3	2	4	2	$5,2 \cdot 10^3$	$5,0 \cdot 10^3$	2	5	3	11	$4,2 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^5$

Обсуждение

Пыль жилых помещений представляет собой своеобразный антропогенный субстрат, в формировании которого самое непосредственное участие принимает человек (температура, влажность помещения, качество материалов мебели, стен, пола и т. д., качество и частота санитарных мероприятий, система проветривания, количество людей и продолжительность их пребывания, присутствие животных, птиц, аквариумов и др.). В пыли присутствуют микроорганизмы, способные формировать инфекционные, аллергенные и пирогенные нагрузки помещений, – микромицеты и бактерии. Как показало исследование образцов пыли, собранных в частных и общественных жилых помещениях, качественные и количественные показатели микро- и микробиоты сходны, но отмечены и весьма существенные отличия. Так, средние показатели численности бактерий в обследованных помещениях достоверно не различаются и составляют $1,4 \cdot 10^8 \pm 1,4 \cdot 10^8$ НВЧК/г пыли ($Me = 3,8 \cdot 10^6$ НВЧК/г) и $1,6 \cdot 10^8 \pm 2,5 \cdot 10^8$ НВЧК/г пыли ($Me = 4,8 \cdot 10^6$ НВЧК/г) в квартирах и хостелах соответственно. Но по абсолютным величинам обсеменённость пыли отличалась. Численность бактерий в частных помещениях в 20% образцов пыли равнялась 10^5 НВЧК/г пыли, в 47% образцов – 10^6 НВЧК/г пыли и в 7% – 10^7 НВЧК/г пыли. В общественных жилых помещениях распределение было следующим: в 27% образцов пыли было выявлено 10^5 НВЧК/г пыли, в 27% – 10^6 НВЧК/г пыли и в 20% – 10^7 НВЧК/г пыли, т. е. доля образцов с более высокой бактериальной обсеменённостью была выше в хостелах. При этом в 100% образцов пыли квартир была выявлена грамположительная микрофлора и только в 47% – грамотрицательная микрофлора. В то же время в пыли хостелов в 80% образцов были обнаружены грамположительные бактерии и в 73% грамотрицательные бактерии. Как известно, грамотрицательные бактерии являются источниками липополисахаридов (ЛПС) – соединений, способных индуцировать продукцию про-

воспалительных цитокинов. Грамположительная флора индуцирует противоинфекционный иммунный ответ [17]. Таким образом, можно предположить, что в пыли общественных жилых помещений скапливается большее количество грамотрицательных бактерий, деградация которых под действием внешних факторов будет приводить к увеличению количества ЛПС в окружающей среде по сравнению с частными жилыми помещениями.

В нашем случае пыль в хостелах по таксономической структуре дрожжевого населения оказалась схожей с квартирной пылью. Однако обращает на себя внимание достоверно высокий процент встречаемости аскомицетовых дрожжей рода *Candida* в пыли хостелов. Напротив, в пыли квартир чаще выявлялись дрожжевые грибы рода *Filobasidium* (*Cryptococcus*) (см. табл. 2) (средние значения встречаемости этих видов дрожжей различаются более, чем в два раза, что позволяет говорить о достоверности различий в структуре дрожжевых комплексов пыли хостелов и квартир).

Дрожжевые грибы *F. magnus* и *F. wieringae* в московском регионе входят в группу доминантов в филосфере и могут быть обнаружены практически на любом растении, поэтому максимум обилия приходится на летне-осенний период [18, 19]. Можно предположить, что высокая степень встречаемости *F. magnus* и *F. wieringae* в пыли квартир связана с более частым проветриванием жилых помещений естественным путём. В то время как хостелы чаще оснащены кондиционерами, где воздух частично фильтруется. Следовательно, в формировании видового разнообразия комплекса дрожжевых грибов пыли жилых помещений участвуют как внешняя природная среда (эпифитные, почвенные, эврибионтные виды дрожжей), так и человек (оппортунистический комплекс видов – род *Candida*, а также вид *Meyerozyma guilliermondii*). Заметим, что дрожжевые грибы родов *Candida* и *Filobasidium* нередко выделяются из клинических материалов и являются возбудителями микозов – кандидоза и криптококкоза [20]. Более того, у *Candida* spp. был выявлен так называемый суперантиген, стимулирующий акти-

Таблица 4

Встречаемость, относительное обилие (%) и численность видов мицелиальных грибов в пыли хостелов и квартир

Виды грибов	Встречаемость, %		Относительное обилие, %		Численность, min-max, КОЕ/г	
	Хостелы	Квартиры	Хостелы	Квартиры	Хостелы	Квартиры
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	7	27	0,01	1,14	$3,3 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $5,0 \cdot 10^3$
<i>A. botrytis</i> (Preuss) Woudenb. & Crous	0	13	0	0,65	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $5,0 \cdot 10^3$
<i>A. radicina</i> Meier, Drechsler & E.D. Eddy	0	13	0	0,33	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>Aspergillus apicalis</i> B.S. Mehrotra & Basu	0	7	0	0,33	0	$3,3 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$
<i>A. flavus</i> Link	47	13	0,13	0,49	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,3 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$
<i>A. niger</i> Tiegh.	100	33	2,4	1,14	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,6 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$
<i>A. ochraceus</i> G. Wilh.	80	0	16,52	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,3 \cdot 10^6$	0
<i>A. repens</i> (Corda) Sacc.	33	40	0,14	2,3	$5,0 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^3$ – $8,3 \cdot 10^3$
<i>A. ruber</i> Thom & Church	27	0	0,03	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $6,7 \cdot 10^3$	0
<i>A. sydowii</i> (Bainier & Sartory) Thom & Church	47	40	0,06	2,8	$1,7 \cdot 10^3$ – $5,0 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,0 \cdot 10^4$
<i>A. terreus</i> Thom	7	0	0,005	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>A. terricola</i> Marchal & É.J. Marchal	0	13	0	1,63	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,5 \cdot 10^4$
<i>A. unguis</i> (Émile-Weill & L. Gaudin) Thom & Raper	20	13	0,01	0,33	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom & Church	20	0	0,01	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>A. versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	20	33	0,02	1,31	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $6,7 \cdot 10^3$
<i>A. wentii</i> Wehmer	0	7	0	0,16	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>Aspergillus sp.</i>	7	0	0,005	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud	13	27	0,01	1,8	$1,7 \cdot 10^3$ – $5,0 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,0 \cdot 10^4$
<i>Bisfusarium dimerum</i> (Penz.) L. Lombard & Crous	7	0	0,005	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	7	13	0,005	0,65	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $5,0 \cdot 10^3$
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	13	27	0,01	1,31	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $6,7 \cdot 10^3$
<i>C. oxysporum</i> Berk. & M.A. Curtis	0	13	0	0,49	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$
<i>C. sphaerospermum</i> Penz.	7	47	0,005	3,59	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $2,3 \cdot 10^4$
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	0	7	0	0,16	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G. Sm.) Sacc.	7	0	0,005	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>Fusarium oxysporum</i> Schldtl.	7	0	0,005	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>Gibberella fujikuroi</i> (Sawada) Wollenw.	7	0	0,005	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>Mucor mucedo</i> Fresen.	0	7	0	0,16	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>M. plumbeus</i> Bonord.	67	0	1,42	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $9,8 \cdot 10^4$	0
<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier	13	0	0,01	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx	7	13	0,02	1,14	$6,7 \cdot 10^3$ – $6,7 \cdot 10^3$	$3,3 \cdot 10^3$ – $8,3 \cdot 10^3$
<i>P. brevicompactum</i> Dierckx	7	20	0,005	0,65	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$
<i>P. chrysogenum</i> Thom	100	60	73,855	7,68	$2,8 \cdot 10^4$ – $6,2 \cdot 10^6$	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,5 \cdot 10^4$
<i>P. citrinum</i> Thom	53	0	2,62	0	$3,0 \cdot 10^4$ – $2,9 \cdot 10^5$	0
<i>P. cyclopium</i> Westling	60	60	1,20	28,92	$1,3 \cdot 10^4$ – $1,5 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,9 \cdot 10^5$
<i>P. decumbens</i> Thom	0	7	0	0,16	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>P. expansum</i> Link	0	27	0	22,55	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $2,2 \cdot 10^5$
<i>P. funiculosum</i> Thom	7	0	0,005	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>P. glabrum</i> (Wehmer) Westling	33	53	0,03	6,37	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,5 \cdot 10^4$
<i>P. granulatum</i> Bainier	0	7	0	0,16	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>P. implicatum</i> Biourge	0	13	0	0,49	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$
<i>P. oxalicum</i> Currie & Thom	0	7	0	0,33	0	$3,3 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$

Продолжение таблицы на стр. 385

Продолжение таблицы 4

Виды грибов	Встречаемость, %		Относительное обилие, %		Численность, min-max, КОЕ/г	
	Хостелы	Квартиры	Хостелы	Квартиры	Хостелы	Квартиры
<i>P. paxilli</i> Bainier	7	13	0,005	0,49	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$
<i>P. rugulosum</i> Thom	27	7	0,11	0,16	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,0 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>P. spinulosum</i> Thom	13	0	0,01	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>P. verrucosum</i> Dierckx	0	7	0	0,16	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>P. vulpinum</i> (Cooke & Masseur) Seifert & Samson	0	13	0	0,49	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$
<i>P. waksmanii</i> K.M. Zaleski	0	13	0	0,33	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>Phoma</i> sp.	0	27	0	0,65	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	100	27	1,24	0,82	$3,3 \cdot 10^3$ – $8,3 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bainier	7	0	0,01	0	$3,3 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$	0
<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr.	0	7	0	0,65	0	$6,7 \cdot 10^3$ – $6,7 \cdot 10^3$
<i>Trichoderma atroviride</i> P. Karst.	20	0	0,02	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $3,3 \cdot 10^3$	0
<i>T. citrinoviride</i> Bissett	7	0	0,005	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
<i>T. harzianum</i> Rifai	20	0	0,03	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $5,0 \cdot 10^3$	0
<i>Wallemia sebi</i> (Fr.) Arx	0	13	0	7,03	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $7,0 \cdot 10^4$
<i>Mycelia sterilia</i> (Dematiaceae)	7	0	0,005	0	$1,7 \cdot 10^3$ – $1,7 \cdot 10^3$	0
Всего видов	37	38	–	–	–	–

вацию Th2-иммунного ответа [21, 22]. Средняя численность дрожжевых грибов в пыли квартир равнялась $3,4 \cdot 10^5 \pm 3,8 \cdot 10^5$ КОЕ/г пыли ($Me = 3,3 \cdot 10^4$ КОЕ/г). Средняя численность дрожжевых грибов в пыли хостелов равнялась $2,3 \cdot 10^5 \pm 2,2 \cdot 10^5$ КОЕ/г пыли ($Me = 3,2 \cdot 10^4$ КОЕ/г). Образцы пыли, собранные в квартирах, отличались большим репертуаром родов и видов дрожжей (количество родов: 1–4; видов: 3–6), по сравнению с образцами пыли, собранными в хостелах (количество родов: 1–3; видов: 2–4) (см. табл. 3). В отличие от степени бактериального обсеменения доля образцов пыли с более высоким количеством дрожжей была собрана в квартирах. Так, численность дрожжей в частных помещениях в 27 образцах пыли равнялась 10^4 КОЕ/г пыли и в 20% образцов – 10^5 КОЕ/г пыли. В общественных жилых помещениях распределение было следующим: в 47% образцов пыли было выявлено 10^4 КОЕ/г пыли и 7% – 10^5 КОЕ/г пыли.

Таксономическое разнообразие микромицетов в образцах пыли, собранных в частных и общественных жилых помещениях, достаточно велико – 38 видов из 12 родов и 37 видов из 14 родов соответственно. Ядро микобиоты как в квартирах, так и в хостелах формируют представители родов *Penicillium* и *Aspergillus* (см. табл. 4). Доминирующие виды представлены эврибионтными видами, которые часто встречаются в почве, на растительных остатках, также нередко обнаруживаются в помещениях различного назначения. Из 13 доминирующих и часто встречающихся видов 6 были общими для пыли квартир и хостелов: *A. niger*, *A. repens*, *A. sydowii*, *P. chrysogenum*, *P. cyclopium*, *P. glabrum*. Абсолютным доминантом как по встречаемости, так и по относительному обилию среди выявленных видов мицелиальных грибов в пыли частных жилых помещений оказался *P. cyclopium*, а в пыли общественных жилых помещений – *P. chrysogenum* и *A. ochraceus*, причём последний отсутствовал в проанализированных образцах пыли квартир. Наиболее часто встречающимися (30% и более) оказались грибы с доказанными аллергенными свойствами – представители родов *Aspergillus*,

Cladosporium, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus*. Большинство выявленных видов, в первую очередь, принадлежащих к роду *Aspergillus*, известны как оппортунисты. Такие виды, как *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. flavus* характеризуются высокой способностью к токсинообразованию. Заметим, что представители родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* способны развиваться при низких показателях активности воды, зачастую характерных для пыли жилых помещений. При этом в квартирах, по сравнению с хостелами, более велика доля ксерофильных видов (*A. repens*, *Wallemia sebi*), а в хостелах – мезо- и гигрофильных видов (*R. stolonifer*, *M. plumbeus*, *T. atroviride*, *T. citrinoviride*, *T. harzianum*).

Средняя численность мицелиальных грибов в образцах пыли квартир составила $6,8 \cdot 10^4 \pm 3,6 \cdot 10^4$ КОЕ/г пыли ($Me = 4,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г), а в образцах пыли хостелов соответственно $2,5 \cdot 10^6 \pm 1,4 \cdot 10^6$ КОЕ/г пыли ($Me = 5,2 \cdot 10^5$ КОЕ/г). Таким образом, количество мицелиальных грибов в образцах пыли общественных жилых помещений выше, чем в квартирной пыли, в отличие от количества дрожжей в соответствующих помещениях. Проводя сравнительный анализ видового разнообразия комплексов мицелиальных грибов жилых частных (квартиры) и общественных (хостелы) помещений, следует отметить их значительное сходство за счёт большого числа ксерофильных и ксеротолерантных видов, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, в первую очередь, к условиям низкой активности воды. В то же время, в хостелах с высокой встречаемостью обнаруживаются и мезофильные виды *Mucor plumbeus*, *Rhizopus stolonifer*, что, по-видимому, свидетельствует о большей влажности пыли в исследованных помещениях по сравнению с квартирами [23]. Видовое разнообразие, численность и соотношение таксонов микромицетов схожи во всех исследованных хостелах, в то время как образцы квартирной пыли по этим параметрам существенно отличаются друг от друга. Однообразие комплексов микромицетов хостелов предположительно объясняется сходными микроклиматическими условиями, однотипностью использованных для обустройства

материалов, одинаковым санитарно-гигиеническим состоянием. Интересно, что комплексы грибов формируются с большой степенью зависимости от этих параметров окружающей среды и сохраняют постоянство в условиях частой смены жильцов общественных жилых помещений. Это подтверждает отмеченное нами ранее своеобразие и относительное постоянство формирующегося внутри жилых помещений сообщества грибов, имеющее, тем не менее, сезонные колебания [4, 5].

К сожалению, полученные данные о видовом разнообразии микромицетов и количестве пропагул, способных к росту, лишь предполагают присутствие свободных бета-глюканов грибов и тех или иных аллергенных соединений, но о действительном количестве этих соединений говорить сложно.

Заключение

Микробиологические методы позволяют изучить видовое разнообразие микробиоты помещений, получить количественные характеристики, выявить присутствие оппортунистических видов, источников аллергенных и пирогенных соединений. Проведённые исследования свидетельствуют об определённой стабильности комплекса дрожжевых и мицелиальных грибов в пыли жилых помещений и высокой степени сходства его таксономической структуры в частных и общественных местах проживания людей. При этом в структуре микробиоты фиксируются и колебания, связанные с микроклиматическими условиями конкретных жилых помещений. Однако существенным недостатком микробиологических методов является выявление и подсчёт только живых микроорганизмов, способных к росту в предложенных условиях. При этом невозможно учесть численность некультивируемых и нежизнеспособных микроорганизмов, а также их фрагменты и метаболиты, которые также вносят свой вклад в формирование экспозиции аллергенных и пирогенных соединений.

Ранее нами было показано, что нет корреляции между численностью грибов и концентрацией бета-глюканов, количеством бактерий и ЛПС [24, 25]. Таким образом, использование только микробиологических методов исследования не может отразить целостную картину аллергенной и пирогенной нагрузки помещений. Поэтому для получения более полных данных о конкретном помещении следует привлекать иные методы, позволяющие выявлять биологически активные соединения и проводить комплексную оценку как аллергенных и пирогенных соединений, так и организмов, их продуцирующих.

Л и т е р а т у р а

(пп. 1, 2, 8–10, 14–17, 20, 22 см. References)

3. Петрова-Никитина А.Д., Желтикова Т.М., Мокеева В.Л., Чекунова Л.Н., Антропова А.Б., Мокроносова М.А. и др. Микобиота домашней пыли г. Москвы. *Микология и фитопатология*. 2000; 34 (3): 25-33.
4. Антропова А.Б., Биланенко Е.Н., Мокеева В.Л., Чекунова Л.Н., Желтикова Т.М., Петрова-Никитина А.Д. Аэромикота жилых помещений г. Москвы. *Микология и фитопатология*. 2003; 37 (6): 1-11.
5. Антропова А.Б., Мокеева В.Л., Биланенко Е.Н., Чекунова Л.Н., Желтикова Т.М., Петрова-Никитина А.Д. Сезонная динамика комплекса микромицетов жилых помещений г. Москвы. *Микология и фитопатология*. 2004; 38 (5): 32-41.
6. Ахапкина И.Г., Герасимова С.И., Плотникова Н.В., Филатова В.И., Черкасова Л.С., Желтикова Т.М. Микробная обсемененность жилых помещений г. Москвы. *Гигиена и санитария*. 2008; (5): 38-41.

7. Ахапкина И.Г., Герасимова С.И., Плотникова Н.В., Филатова В.И., Желтикова Т.М. Сравнительная характеристика микробной обсемененности воздуха и пыли городских жилых помещений. *Дез. дело*. 2009; (1): 28-30.
11. Ахапкина И.Г. Применение тиогликолевой среды для первичной характеристики микробного сообщества пыли помещений. *Гигиена и санитария*. 2005; (4): 66-7.
12. Пименова М.Н., Гречушкина Н.Н., Азова Л.Г. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: Из-во Моск. Унта; 1971. 221 с.
13. Глушакова А.М., Качалкин А.В. Эндофитные дрожжи в сочных плодах *Malus domestica* и *Pyrus communis* в условиях антропогенной нагрузки. *Микробиология*. 2017; 86(1): 114–122.
18. Глушакова А.М., Чернов И.Ю. Сезонная динамика численности эпифитных дрожжей. *Микробиология*. 2007; 76(6): 832-42.
19. Глушакова А.М., Чернов И.Ю. Сезонная динамика структуры сообществ эпифитных дрожжей. *Микробиология*. 2010; 79(6): 832-42.
21. Пospelova A.B., Burmistrova A.L., Homich Yu.S., Samyushkina N.E. Влияние грибов рода *Candida* на синтез IL-10 иммунными клетками периферической крови человека in vitro. В кн.: *Успехи медицинской микологии. Материалы Четвертого Всероссийского конгресса по медицинской микологии*. М.; 2006; Т. 8: 53-55.
23. Позниовская В.Б., Антропова А.Б., Мокеева В.Л., Биланенко Е.Н., Чекунова Л.Н. Влияние активности воды субстрата и относительной влажности воздуха на развитие *Penicillium chrysogenum* Thom, *Aspergillus repens* (Corda) Sacc., *Trichoderma viride* Pers., выделенных из жилых помещений. *Микробиология*. 2011; 80(3): 372–9.
24. Желтикова Т.М., Антропова А.Б., Ахапкина И.Г. Полисахаридные соединения мицелиальных грибов в пыли жилых помещений. *ЖМЭИ*. 2011 (3): 86—90.
25. Ахапкина И.Г., Желтикова Т.М. Бактерии и полисахаридные соединения в пыли жилых помещений г. Москвы. *Пест-менеджмент*. 2012; 4: 10-3

References

1. Mantovani M.S., Bellini M.F., Angeli J.P.F., Oliveira R.J., Silva A.F., Ribeiro L.R. β -Glucans in promoting health: Prevention against mutation and cancer. *Mutat Res Rev*. 2008; 658 (3): 154–61.
2. Schram-Bijkerk D., Doekes G., Douwes J. Bacterial and fungal agents in house dust and wheeze in children: the PARSIFAL study. *Clin Exp Allergy*. 2005; 35 (10): 1272-8.
3. Petrova-Nikitina A.D., Zheltikova T.M., Mokeeva V.L., Chekunova L.N., Antropova A.B., Mokronosova M.A. et al. Mycobiota of house dust in the city of Moscow. *Mikologiya i Fitopatologiya*. 2000; 34 (3): 25-33. (in Russian)
4. Antropova A.B., Bilanenko E.N., Mokeeva V.L., Chekunova L.N., Zheltikova T.M., Petrova-Nikitina A.D. Aeromycota of Moscow dwellings. *Mikologiya i Fitopatologiya*. 2003; 37 (6): 1-11. (in Russian)
5. Antropova A.B., Mokeeva V.L., Bilanenko E.N., Chekunova L.N., Zheltikova T.M., Petrova-Nikitina A.D. Seasonal variation in micromycetes of Moscow dwellings. *Mikologiya i Fitopatologiya*. 2004; 38 (5): 32-41. (in Russian)
6. Akhapkina I.G., Gerasimova S.I., Plotnikova N.V., Filatova V.I., Cherkasova L.S., Zheltikova T.M. Microbial contamination of Moscow dwelling rooms. *Gigiena i Sanitaria*. 2008 (5): 38-41. (in Russian)
7. Akhapkina I.G., Gerasimova S.I., Plotnikova N.V., Filatova V.I., Zheltikova T.M. Comparative characteristic of the microbe seeding of air and dust of the city inhabited premises. *Dezinfektsionnoe delo*. 2009; (1): 28-30. (in Russian)
8. Neetu J., Meenakshi S. Biodiversity of keratinophilic fungal flora in university campus, Jaipur, India. *Iran J Public Health*. 2012; 41 (11): 27-33.
9. Uzochukwu O.V., Nkpouto U. Airborne fungi in the indoor and outdoor environments of a higher institution in Nigeria. *International Journal of Biological Research*. 2013; 3 (1): 9-12.
10. Varga J., Kerepes L., Kocsubé S., Szigeti G., Baranyi N., Vágvölgyi C. Examination of the diversity of indoor molds in a Hungarian student hostel. *Acta Biologica Szegediensis*. 2013; 57 (1): 21-4.
11. Akhapkina I.G. Use of thioglycol medium for primary characteristics of the microbial community of dust in the premises. *Gigiena i Sanitaria*. 2005 (4): 66-7. (in Russian)

12. Pimenova M.N., Grechushkina N.N., Azova L.G. Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii. Moscow: MSU; 1971. 221 p. (in Russian)
13. Glushakova A.M., Kachalkin A.V. Endophytic yeasts in *Malus domestica* and *Pyrus communis* fruits under anthropogenic impact. *Microbiology*. 2017; 86 (1): 114–22.
14. De Hoog G.S., Guarro J., Gene J., Figueras M.J. *Atlas of clinical fungi*. 2nd ed. Centraalbureau voor Schimmelcultures. Universitat Rovira i Virgili; 2000. 1126 p.
15. Domsch K. H., Gams W., Anderson T. H. *Compendium of soil fungi*. 2nd ed. IHW-Verlag & Verlagsbuchhadlung; 2007. 700 p.
16. Seifert K., Morgan-Jones G., Gams W., Kendrick B. *The genera of Hyphomycetes*. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre; 2011. 997 p.
17. Hessle C., Andersson B., Wold E. Gram-positive bacteria are potent inducers of monocytic interleukin-12 (IL-12) while Gram-negative bacteria preferentially stimulated IL-10 production. *Infect Immun*. 2000; 68 (6): 3581-6.
18. Glushakova A.M., Chernov I.Y. Seasonal dynamic of the numbers of epiphytic yeasts. *Microbiology*. 2007; 76 (5): 590-5.
19. Glushakova A.M., Chernov I.Y. Seasonal dynamics of the structure of epiphytic yeast communities. *Microbiology*. 2010; 79 (6): 830-9.
20. Kurtzman C.P., Fell J.W., Boekhout T., eds. *The yeasts, a taxonomic study*. 5th ed. Elsevier; 2011. 2080 p.
21. Pospelova A.V., Burmistrova A.L., Khomich Yu.S., Samyshkina N.E. Influence of fungi of the genus *Candida* on synthesis of IL-10 by immune cells of peripheral human blood in vitro. *Advances in Medical Mycology. Fourth All-Russian congress on medical mycology*. [Uspekhi meditsinskoy mikologii. Materialy Chetvertogo Vserossiyskogo kongressa po meditsinskoy mikologii]. Moscow; 2006(8): 53-5. (in Russian)
22. Devore-Carter D., Kar S., Vellucci V., Bhattacharjee V., Domanski P., Hostetter M.K. Superantigen-like effects of a *Candida albicans* polypeptide. *J Infect Dis*. 2008; 197 (7): 981-9.
23. Ponizovskaya V.B., Antropova A.B., Mokeeva V.L., Bilanenko E.N., Chekunova L.N. Effect of water activity and relative air humidity on the growth of *Penicillium chrysogenum* Thom, *Aspergillus repens* (Corda) Sacc., and *Trichoderma viride* Pers. isolated from living spaces. *Microbiology*. 2011; 80 (3): 378-85.
24. Zheltikova T.M., Antropova A.B., Akhapkina I.G. Polysaccharide compounds of mycelialfungi in dust of living quarters. *Zh. Mikrobiol.*. 2011; (3): 86-90. (in Russian)
25. Akhapkina I.G., Zheltikova T.M. The bacteria and the polysaccharide compounds in dust in Moscow dwellings. *Pest Management*. 2012; 4: 10-3. (in Russian)