

Гигиена окружающей среды и населённых мест

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Власов Д.Ю.^{1,2}, Тешебаев Ш.Б.³, Зеленская М.С.¹, Кирцидели И.Ю.², Рябушева Ю.В.¹

МИКОЛОГИЧЕСКОЕ ПОРАЖЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ КАК ФАКТОР РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ПОЛЯРНИКОВ

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург;

²ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, 197376, Санкт-Петербург;

³ФГБУ Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, 199397, Санкт-Петербург

Введение. Целью данной работы было изучение состава и структуры сообществ микромицетов на материалах внутри помещений стационара Арктического и Антарктического научно-исследовательского института, находящегося на острове Большевик (архипелаг Северная Земля, мыс Баранова, море Лаптевых).

Материал и методы. Изучено 114 образцов, отобранных в период экспедиционных работ с 2014 по 2016 г. Выделение микромицетов из образцов повреждённых материалов проводилось стандартными методами посева на агаризированные питательные среды (среда Чапека и среда Сабуро). Получаемые культуры инкубировали в термостате в течение 2–4 недель при температуре 25°C до получения спороношения, после чего проводилась идентификация микромицетов с использованием световой микроскопии. Идентификация микромицетов проводилась по морфологическим признакам с использованием отечественных и зарубежных определителей.

Результаты. Всего в ходе исследований выявлено 47 видов микромицетов, подавляющее большинство из которых (89%) составили аскомицеты (анаморфы). На долю мукоровых грибов приходится 11% выявленных видов. Род *Penicillium* оказался самым богатым по видовому разнообразию (16 видов). На поверхности материалов в местах повышенного увлажнения отмечался открытый рост колоний видов *Penicillium*. Доминирующим оказался *P. expansum*, который был отмечен во все годы наблюдений с встречаемостью около 60%. К часто встречающимся видам можно отнести *P. brevicompactum*, *P. herquerei*, *P. purpurogenum* и *P. waksmanii*, которые также были отмечены во все годы наблюдений (общая встречаемость превышала 15%, хотя в отдельные годы была значительно выше). Из тёмноокрашенных грибов доминировал *Cladosporium cladosporioides*, который в отдельных случаях формировал чёрные налёты на поверхности материалов. К числу условных патогенов относится 41 вид. Локальное накопление микромицетов отмечено в помещениях бытового назначения, хранилищах, мастерских. При этом грибы колонизировали красочное покрытие, синтетические материалы, фанеру.

Заключение. Результаты работы указывают на необходимость организации стационарных мониторинговых исследований в зоне полярных станций с целью контроля микробиологической ситуации и оценки возможных последствий накопления условно патогенных микромицетов внутри помещений для здоровья полярников.

Ключевые слова: микроскопические грибы; биодеструкторы; условные патогены; внутренняя среда помещений; Арктика.

Для цитирования: Власов Д.Ю., Тешебаев Ш.Б., Зеленская М.С., Кирцидели И.Ю., Рябушева Ю.В. Микологическое поражение материалов в помещениях как фактор риска для здоровья полярников. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(1): 17–21.

Для корреспонденции: Власов Дмитрий Юрьевич, доктор биол. наук, проф. каф. ботаники СПбГУ, вед. науч. сотр. лаб. биохимии грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. E-mail: dmitry.vlasov@mail.ru

Финансирование. Работа частично выполнялась в рамках государственного задания согласно тематическому плану БИН РАН по теме № 01201255604, программе фундаментальных исследований Президиума РАН и гранта РФФИ 16-04-01649.

Работа выполнена при поддержке СПбГУ (Мероприятие 1. Проект «Урбанизированные экосистемы Арктического пояса Российской Федерации: динамика, состояние и устойчивое развитие»).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 28.02.2018

Принята к печати 18.10.2018

Vlasov D. Yu.^{1,2}, Teshebaev Sh. B.³, Zelenskaya M. S.¹, Kirtsideli I. Yu.², Ryabusheva Yu. V.¹

MYCOLOGICAL DAMAGE OF MATERIALS IN THE INDOOR ENVIRONMENT AS A RISK FACTOR FOR THE HEALTH OF POLAR EXPLORERS

¹Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, 199034, Russian Federation;

²V.L. Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, 197376, Russian Federation;

³Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, 199397, Russian Federation

The article presents the results of mycological analysis of samples taken from open surfaces in residential and working areas of the Arctic and Antarctic Research Institute (AARI) station on the Bolshevik island of the Northern Land archipelago. 114 samples were studied during the expedition work from 2014 to 2016. In total, 47 species of micromycetes were detected in the course of the research. Most of the species (89%) were identified as Ascomycetes. *Mucor* group of fungi was composed 11% out of all the identified species. The genus *Penicillium* was the richest in species diversity (16 species). On the surface of materials in places of the increased moisture, there was an open growth of colonies of the *Penicillium* species. *P. expansum* was the dominant one, being noted during all the years of observations with the occurrence of about 60%. Among the frequently occurring species, there were *P. brevicompactum*, *P. herquerei*, *P. purpurogenum* and *P. waksmanii*, which were also noted during all the years of observation (the total occurrence exceeded 15%, although in some years it was much higher). Dark-colored fungus *Cladosporium cladosporioides* was

also dominated species, which in some cases formed black mold on the surface of the materials. Among the potential pathogens, 41 species were registered. A comparison of the data obtained over the years indicates in 2016 the largest number of microfungi to be detected in the indoor environment of AARI station (35 species), whereas in 2014 and 2015 only 29 species of fungi were identified. The similarity of the identified groups of fungi over the years turned out to be quite high. Approximately 36% of microfungi (17 species) were observed annually, although their occurrence over the years varied significantly. Locally accumulation of micromycetes was noted in the indoor environment: household rooms, storage places, workrooms. In these cases, the microfungi colonized the colorful coating, synthetic materials, plywood. The formation of mycobiota in the studied areas is due to anthropogenic invasion of microfungi.

Key words: *microscopic fungi; biodestructors; potential pathogens; indoor environment; Arctic.*

For citation: Vlasov D.Yu., Teshebaev Sh.B., Zelenskaya M.S., Kircideli I.Yu., Ryabusheva Yu.V. Mycological damage of materials in the indoor environment as a risk factor for the health of polar explorers. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(1): 17-21. (In Russ.).

For correspondence: Dmitry Yu. Vlasov, MD, Ph.D., DSci., Professor of the Botany Department of the St. Petersburg State University, a leading researcher of the laboratory of the biochemistry of fungi of V.L. Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, 197376, Russian Federation. E-mail: dmitry.vlasov@mail.ru

Information about authors: Vlasov D.Yu., <http://orcid.org/0000-0002-0455-1462>;
Teshebaev Sh.B., <http://orcid.org/0000-0002-7530-0150>; Kircideli I.Yu., <http://orcid.org/0000-0002-4736-2485>;
Zelenskaya M.S., <http://orcid.org/0000-0003-3588-8583>; Ryabusheva Yu.V. <http://orcid.org/0000-0001-6270-5207>.

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

Acknowledgment. The work was partly carried out in the framework of the state tasks according to the thematic plan of the V.L. Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences on the subject No. 01201255604, the program of basic research of the Presidium of the Russian Academy of Sciences and the Russian Fund of Basic Research grant No. 16-04-01649. This work was supported by St. Petersburg State University (Activity 1. The project "Urbanized Ecosystems of the Arctic Belt of the Russian Federation: Dynamics, State, and Sustainable Development")

Received: 27 February 2018

Accepted: 18 October 2018

Введение

Здоровье полярников, работающих в суровых климатических условиях Арктики и Антарктики, подвергается повышенному риску. Прежде всего это связано с климатическими факторами, а также с условиями жизни в полярных регионах [1]. Состояние внутренней среды жилых и рабочих помещений полярных станций может оказывать существенное влияние на самочувствие людей, их работоспособность. Среди микроорганизмов, контаминирующих помещения, особое место принадлежит микроскопическим грибам. Они не только повреждают различные строительные и отделочные материалы, но и нередко способствуют развитию у людей заболеваний различной степени тяжести. Споры грибов провоцируют аллергические реакции, попадая в организм респираторным путём.

Длительное пребывание в заражённом помещении может вызывать общее ухудшение самочувствия, ослабление иммунитета, микотоксикозы [2]. Опасность возникающих очагов микологического поражения материалов состоит в очень быстром накоплении инфекционного потенциала микромицетов, резком увеличении численности спор грибов в воздушной среде внутри помещений [3].

В последние годы много внимания уделяется микологической заражённости различных объектов городской инфраструктуры, включая жилые и производственные здания, музейные, образовательные и медицинские учреждения. Мониторинг этих объектов осуществляется, например, в Санкт-Петербурге и Москве [4, 5]. Климатические условия конкретного региона, уровень техногенной нагрузки на экосистемы, а также санитарно-гигиеническое состояние объектов способны оказывать определяющее влияние на формирование условно патогенной микобиоты, её общий состав и структуру, а также физиолого-биохимические особенности конкретных видов [6]. Возникновение очагов биопоражения чаще всего связано с локальными причинами, такими как протечки в помещениях, внешние загрязнения (почва рассматривается как основной источник микологического заражения материалов), использование некачественных (не обладающих биостойкостью) материалов, нарушение условий эксплуатации объектов (прежде всего это нарушение тем-

пературно-влажностного режима), порча продуктов питания, несоблюдение санитарно-гигиенических норм. Эти же факторы могут способствовать возникновению очагов микологического поражения и на объектах в полярных регионах, о чём свидетельствуют данные исследований, проведённых в Арктике и Антарктике [3, 7, 8].

В районах расположения полярных станций численность грибов (в том числе условно патогенных) заметно возрастает в сравнении с контрольными (относительно «чистыми») территориями, что связывают с антропогенной инвазией, т. е. распространением грибов человеком с материалами, продуктами питания, транспортом и др. Прежде всего это подтверждается данными по аэромикоте полярных станций [9, 10]. Самые высокие показатели содержания спор микромицетов в воздушной среде были отмечены именно в помещениях, где значительную долю выявленных видов составили условные патогены человека. Несомненно, что на состав аэромикоты внутренней среды помещений определяющее влияние могут оказывать очаги микологического поражения материалов. Вместе с тем состав микромицетов на антропогенных материалах внутри помещений полярных станций изучен недостаточно.

Целью данной работы было изучение состава и структуры сообществ микромицетов на материалах внутри помещений стационара Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (АНИИ), находящегося на острове Большевик (архипелаг Северная Земля, мыс Баранова, море Лаптевых).

Материал и методы

В ходе арктических экспедиций 2014–2016 гг. в помещениях стационара АНИИ отмечались очаги микологического поражения материалов, что послужило предпосылкой для проведения нашего исследования. Ежегодно отбирали не менее 35 проб в помещениях различного назначения. Пробы брали преимущественно в тех местах, где имеются характерные признаки микологического поражения (открытый рост колоний плесневых грибов, поверхностные повреждения материалов). Часть проб взята мазком с относительно чистых участков материалов для

оценки поверхностной контаминации микромицетами. Образцами для исследований служили фрагменты повреждённых материалов, отпечатки на питательную среду (агар Чапека) и мазки с поверхности строительных облицовочных материалов (преимущественно с потолка и стен) внутри помещений. Пробы отбирались с соблюдением стерильности. Были обследованы: столовая, баня, жилые помещения, мастерские, санчасть, санузлы, хранилища. Всего было обследовано 10 построек на территории стационара, в каждой из которых осматривали по несколько помещений. Следует отметить, что отбор проб производился, в основном, из одних и тех же точек, что давало возможность оценить происходящие изменения в составе микобиоты. Всего за три года было изучено 114 микологических проб (2014 год – 36 проб, 2015 и 2016 гг. – по 39 проб).

Выделение микромицетов из образцов повреждённых материалов проводилось стандартными методами посева на агаризованные питательные среды (среда Чапека и среда Сабуро). Получаемые культуры инкубировали в термостате в течение 2–4 недель при температуре 25 °С до получения спороношения, после чего проводилась идентификация микромицетов с использованием световой микроскопии. Идентификация микромицетов проводилась по морфологическим признакам с использованием отечественных и зарубежных определителей. Названия и положение таксонов унифицировали с использованием базы данных CBS (www.indexfungorum.org/Names/fungi.asp). Принадлежность грибов к группам патогенности (опасности) определяли по СП 1.3.2322–08 [11], а также по определителю патогенных и условно-патогенных грибов [12].

Результаты

В ходе визуального обследования построек на территории стационара ААНИИ были выявлены очаги микологического поражения материалов в значительной части помещений. Тревогу вызывает наличие мест с открытым ростом колоний плесневых грибов на потолке, стенах и мебели. Наиболее заметное развитие колоний микромицетов наблюдалось в местах повышенного увлажнения (протечки, конденсация влаги) и недостаточной вентиляции. Преобладали окрашенные поверхностные налеты различного цвета, характеризующие присутствие плесневых грибов. Были зарегистрированы как отдельные колонии плесневых грибов, так и сплошной биологический налёт, сформированный микромицетами.

Во всех пробах, отобранных с открытых поверхностей в жилых и рабочих зонах стационара ААНИИ, были выявлены микроскопические грибы. Всего в ходе исследований за период с 2014 по 2016 г. выявлено 47 видов микромицетов (неспорулирующие формы светлого и тёмного мицелия учитываются нами как отдельные виды). Подавляющее большинство (89%) составили аскомицеты (анаморфы), а 11% приходится на долю мукоровых грибов (см. таблицу).

Обсуждение

К числу условных патогенов по двум рассматриваемым источниками относится 41 вид плесневых грибов: по СП 1.3.2322–08 – 36 видов (включение в список на уровне рода), по данным Саттона с соавторами [12] – 21 вид (7 на уровне рода и 14 на уровне вида). Совпадение по двум источникам составило 17 видов. Род *Penicillium* оказался самым богатым по видовому разнообразию (16 видов). Согласно СП 1.3.2322–08 [11], все виды этого рода относятся к IV группе патогенности (опасности),

за исключением *Penicillium marneffei*, относящегося к III группе (не обнаружен в изученных пробах). Доминирующим оказался *P. expansum*, который был отмечен во все годы наблюдений с встречаемостью около 60%. К часто встречающимся видам можно отнести *P. brevicompactum*, *P. herqueri*, *P. purpurogenum* и *P. waksmanii*, которые также были отмечены во все годы наблюдений (общая встречаемость превышала 15%, хотя в отдельные годы была значительно выше). Отметим, что из этих видов лишь *P. purpurogenum* включён в число условных патогенов Саттоном с соавторами [12].

К доминирующим видам можно отнести тёмноокрашенным микромицет *Cladosporium cladosporioides*, максимальная встречаемость которого была зафиксирована в 2016 году. Грибы родов *Penicillium* и *Cladosporium* отмечались на потолке, стенах, полу, а также на бытовых предметах как в жилых, так и рабочих помещениях стационара. Сравнение полученных данных по годам свидетельствует о том, что в 2016 году было выявлено наибольшее число видов микромицетов в обследованных помещениях (35 видов), тогда как в 2014 и 2015 годах было идентифицировано по 29 видов грибов. При этом сходство выявленных группировок грибов по годам оказалось довольно высоким (коэффициент сходства Серенсена составил для 2014–2015 гг. 0,65; 2014–2016 гг. – 0,78; а для 2015–2016 гг. – 0,68). Примерно 36% видового состава (17 видов) были отмечены в исследованных образцах в течение трёх лет, хотя их встречаемость по годам существенно варьировала. Количество микромицетов в пробах варьировало от 1 до 10, что указывает на различные условия для формирования микробных сообществ. Максимальное количество видов было отмечено в местах с повышенной влажностью (помещения для умывания), где грибы развивались как на стенах, так и на потолке. Локально накопление микромицетов отмечено в помещениях бытового назначения, хранилищах, мастерских. При этом грибы колонизировали красочное покрытие, синтетические материалы, фанеру и др. Важно отметить, что подавляющее большинство выявленных микромицетов имеют мелкие споры, которые могут легко переноситься по помещениям и зданиям с воздушными потоками. При повышенной концентрации спор в воздушной среде они способны оказывать отрицательное влияние на здоровье людей.

Заключение

В результате проведённых исследований на различных материалах внутри помещений стационара ААНИИ на острове Большевик (архипелаг Северная Земля) выявлено 47 видов микроскопических грибов, из которых 41 вид отнесён к условным патогенам человека. Выявленные грибы обладают широкой экологической амплитудой, встречаются в различных климатических условиях и легко адаптируются к среде обитания человека в Арктике. Известно, что формирование микобиоты в помещениях стационара ААНИИ, как и на других полярных станциях в Арктике и Антарктике, происходит под влиянием человека (антропогенная инвазия) и зависит от условий эксплуатации и состояния объектов полярной инфраструктуры, соблюдения санитарно-гигиенических правил, использования материалов, не обладающих биостойкостью. Результаты работы указывают на необходимость организации стационарных мониторинговых исследований в зоне полярных станций с целью контроля микробиологической ситуации и оценки возможных последствий накопления условно патогенных микромицетов внутри помещений для здоровья полярников.

Видовой состав, встречаемость и свойства микромицетов, изолированных из помещений стационара ААНИИ на острове Большевик (архипелаг Северная Земля)

Вид микромицета	Встречаемость, %				Указания на патогенность	
	2014	2015	2016	Общая за 3 года	I	II
<i>Acremonium potronii</i> Vuill.	5,3	5,1	-	3,4	род	IV
<i>Acremonium</i> sp.	-	-	2,5	0,8	род	IV
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	5,3	15,3	7,6	9,5	вид	IV
<i>Arthrinium phaeospermum</i> (Corda) M.B. Ellis	-	-	5,1	1,7	вид	-
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud	-	5,1	-	1,7	вид	IV
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	-	-	5,1	1,7	вид	IV
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	2,6	53,8	74,3	43,9	вид	-
<i>C. sphaerospermum</i> Penz.	-	61,5	-	20,6	вид	-
<i>Clonostachys rosea</i> (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams	2,6	-	-	0,8	род	-
<i>Coniosporium</i> sp.	-	-	2,6	0,8	-	-
<i>Exophiala</i> sp.	-	-	2,5	0,8	-	IV
<i>Fusarium</i> sp.	5,3	-	-	1,7	-	IV
<i>Monodictys levis</i> (Wiltshire) S. Hughes	2,6	-	20,5	7,8	-	-
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	2,6	-	2,5	1,7	вид	IV
<i>M. plumbeus</i> Bonord.	-	-	2,5	0,8	-	IV
<i>M. racemosus</i> Fresen.	-	7,6	5,1	4,3	вид	IV
<i>M. ramosissimus</i> Samouts.	2,6	-	-	0,8	вид	IV
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx	5,3	2,5	20,5	9,4	-	IV
<i>P. brevicompactum</i> Dierckx	2,6	35,8	35,8	25	-	IV
<i>P. chrysogenum</i> Thom	2,6	-	5,1	2,6	вид	IV
<i>P. citrinum</i> Thom	10,5	-	25,6	12,1	вид	IV
<i>P. decumbens</i> Thom	13,1	2,5	17,9	11,2	-	IV
<i>P. dierckxii</i> Biourge	5,3	5,1	-	3,4	-	IV
<i>P. expansum</i> Link	60,5	69,2	58,9	63,0	-	IV
<i>P. glabrum</i> (Wehmer) Westling	13,1	5,1	2,5	6,8	-	IV
<i>P. herqueri</i> Bainier & Sartory	21,1	23,1	15,3	19,8	-	IV
<i>P. implicatum</i> Biourge	15,7	5,1	5,1	8,6	-	IV
<i>P. lanosum</i> Westling	-	-	2,5	0,8	-	IV
<i>P. nalgiovense</i> Laxa	5,3	2,5	12,8	6,8	-	IV
<i>P. oxalicum</i> Currie & Thom	15,7	-	-	5,2	-	IV
<i>P. purpureogenum</i> Stoll	21,1	15,3	12,8	16,3	-	IV
<i>P. roqueforti</i> Thom	15,7	10,2	17,9	14,6	-	IV
<i>P. waksmanii</i> K.W. Zaleski	18,4	7,6	33,3	19,8	-	IV
<i>Phialemonium inflatum</i> (Burnside) Dania García, Perdomo, Gené, Cano & Guarro	-	20,5	5,1	8,6	вид	IV
<i>Phoma herbarum</i> Westend.	-	7,6	-	2,6	род	IV
<i>Polyscytalum fecundissimum</i> Riess	-	-	5,1	1,7	-	-
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	-	2,5	-	0,8	-	IV
<i>Scopulariopsis brumptii</i> Salv.-Duval	5,3	-	-	1,7	вид	IV
<i>Stachybotrys chartarum</i> (Ehrenb.) S. Hughes*	-	2,5	23,1	8,6	-	—*
<i>Talaromyces diversus</i> (Raper & Fennell) Samson, N. Yilmaz & Frisvad	5,3	15,3	25,6	15,5	-	IV
<i>T. funiculosus</i> (Thom) Samson, N. Yilmaz, Frisvad & Seifert	10,5	12,8	30,7	18,0	-	IV
<i>T. verruculosus</i> (Peyronel) Samson, N. Yilmaz, Frisvad & Seifert	-	10,2	10,2	6,8	-	IV
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	-	2,5	2,5	1,7	род	IV
<i>Ulocladium chartarum</i> (Preuss) E.G. Simmons	10,5	15,3	5,1	10,3	род	IV
<i>U. oudemansii</i> E.G. Simmons	-	2,5	-	0,8	род	IV
Неспороносящий светлоокрашенный гриб**	13,1	2,5	20,5	12,1	-	-
Неспороносящий темноокрашенный гриб	2,6	-	2,5	1,7	-	-
Всего видов	29	29	35	47	21	36

Примечание. Указания на патогенность: I – по Саттону [12]; II – по СП 1.3.2322–08 [11]; * – *Stachybotrys chartarum* не включён в указанные источники, однако широко известен как опасный патогенный гриб [13, 14]; ** – неспороносящие формы грибов учтены как отдельные виды в общем списке.

Литература (пп. 9, 14 см. References)

1. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Медико-физиологические аспекты жизнедеятельности в Арктике. *Арктика: экология и экономика*. 2015; 1(17): 70–75.
2. Озерская С.М., Иванушкина Н.Е., Кочкина Г.А. Микроскопические грибы в связи с проблемами биологической безопасности (обзор). *Проблемы медицинской микологии*. 2011; 13(3): 3–12.
3. Власов Д.Ю., Зеленская М.С., Кирцидели И.Ю., Абакумов Е.В., Крыленков В.А., Лукин В.В. Грибы на природных и антропогенных субстратах в западной Антарктике. *Микология и фитопатология*. 2012; 46(1): 20–26.
4. Иванова А.М., Кирцидели И.Ю. Комплексы микроскопических грибов в воздухе Санкт-Петербурга. *Микология и фитопатология*. 2007; 41(1): 40–47.
5. Антропова А.Б., Биланенко Е.Н., Мокеева В.Л., Чекунова Л.Н., Петрова-Никитина А.Д. Микобиота жилых помещений города Москвы. *Проблемы медицинской микологии*. 2004; 6(2): 20–21.
6. Широких А.А., Колупаев А.В. Грибы в биомониторинге наземных экосистем. *Теоретические проблемы экологии*. 2009; 3: 4–14.
7. Кирцидели И.Ю., Абакумов Е.В., Тешебаев Ш.Б., Зеленская М.С., Власов Д.Ю., Крыленков В.А., Рябушева Ю.В., Соколов В.Т., Баранцевич Е.П. Микробные сообщества в районах арктических поселений. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(10): 923–929.
8. Зеленская М.С., Кирцидели И.Ю., Власов Д.Ю., Крыленков В.А., Соколов В.Т. Микромицеты – биодеструкторы в биогеоценозах Арктики. *Проблемы региональной экологии*. 2013; (5): 135–41.
10. Кирцидели И.Ю., Власов Д.Ю., Крыленков В.А., Соколов В.Т. Аэромикота в районах расположения арктических станций России в акваториях Белого, Баренцевого и Карского морей. *Микология и фитопатология*. 2011; 45(3): 228–239.
11. Санитарные правила СП 1.3.2322-08 «Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных инфекций»
12. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. *Определитель патогенных и условно-патогенных грибов*. 2001. М.: Мир, 470 с.
13. Доршачова Е.В. Морфолого-физиологические особенности токсинообразующих грибов-биодеструкторов из рода *Stachybotrys* (обзор). *Проблемы медицинской микологии*. 2011; 13(3): 13–21
2. Ozerskaya S.M., Ivanushkina N.E., Kochkina G.A. Microfungi in connection with biological safety problems (review). *Problemy medicinskoj mikologii*. 2011; 13(3): 3–12. (In Russian).
3. Vlasov D.Yu., Zelenskaya M.S., Kirtsideli I.YU., Abakumov E.V., Krylenkov V.A., Lukin V. V. Fungi on the natural and anthropogenic substrates in west Antarctica. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2012; 46(1): 20–26. (In Russian).
4. Ivanova A.M., Kirtsideli I.Yu. Microfungi complexes in Air of St.-Petersburg. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2007; 41(1): 40–47. (In Russian).
5. Antropova A.B., Bilanenko E.N., Mokeeva V.L., Chekunova L.N., Petrova-Nikitina A.D. Mycobiota in residential buildings of Moscow. *Problemy medicinskoj mikologii*. 2004; 6(2): 20–21. (In Russian).
6. Shirokih A.A., Kolupaev A.V. Fungi in the biomonitoring of terrestrial ecosystems. *Teoreticheskie problemy ehkologii*. 2009; 3: 4–14. (In Russian).
7. Kirtsideli I.Yu., Abakumov E.V., Teshebaev Sh.B., Zelenskaya M.S., Vlasov D.Yu., Krylenkov V.A., Ryabusheva Yu.V., Sokolov V.T., Barantsevich E.P. Microbial communities in regions of the arctic settlements. *Gigiena i sanitariya*. Moscow. 2016; 95(10): 923–929. (In Russian)
8. Zelenskaya M.S., Kirtsideli I.Yu., Vlasov D.Yu., Krylenkov V.A., Sokolov V.T. Micromycetes - biodestructors in ecosystems of the Arctic. *Problemy regional'noi ehkologii*. 2013; 5: 135–141. (In Russian).
9. Kirtsideli I.Yu., Vlasov D.Yu., Abakumov E.V., Barantsevich E.P., Novozhilov Ju.K., Krylenkov V.A., Sokolov V.T. Airborne fungi in arctic settlement Tiksi (Russian Arctic, coast of the Laptev Sea). *Czech Polar Reports*. 2017; 7(2): 300–310.
10. Kirtsideli I.Yu., Vlasov D.Yu., Krylenkov V.A., Sokolov V.T. Aeromikota in locations of the Russian Arctic stations in the water areas of the White, Barents and Kara Seas. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2011; 45(3): 228–239. (In Russian).
11. *Sanitary rules SP 1.3.2322-08 "Security work with microorganisms of III - IV pathogenicity groups (hazard) and agents of parasitic infections"* (In Russian).
12. Satton D., Fotergill A., Rinaldi M. *The determinant of pathogenic and opportunistic fungi*. 2001, Moscow, Mir, 469 p. (In Russian).
13. Dorchakova E.V. Morphological and physiological features of toxin-forming fungi-biodestructors from the genus *Stachybotrys* (review). *Problemy medicinskoj mikologii*. 2011; 13(3): 13–21. (In Russian).
14. Marwah M.B. Evaluation of Silver Nanoparticles Toxicity against Toxic Black Mold *Stachybotrys chartarum*. *J Plant Pathol Microbiol*. 2017; 8:408. doi: 10.4172/2157-7471.1000408.

References

1. Solonin YU.G., Bojko E.R. Medical and physiological aspects of life in the Arctic. *Arktika: ehkologiya i ehkonomika*. 2015; 1(17): 70–75. (In Russian).