

DOI: 10.31862/2500-2966-2018-1-88-111

И.С. Жебрак, А.М. МанафоваГродненский государственный университет имени Янки Купалы,
230023, г. Гродно, Республика Беларусь

Сезонная динамика и дифференциация аэромикоты помещений учреждения образования (г. Гродно, Беларусь)¹

Изучена численность и состав микроскопических грибов в воздухе пяти библиотек, двух учебных аудиторий Гродненского университета (Беларусь) и одной жилой комнаты общежития. Численность грибных диаспор в воздухе двух библиотек превышала предельно допустимый уровень (ПДУ – 500 КОЕ/м³) и составляла 581–966 КОЕ/м³. Летом в воздухе всех обследованных помещений отмечали более высокую численность и родовое разнообразие микроскопических грибов, чем осенью. Численность и состав грибных комплексов в воздухе читальных залов и книгохранилищ отличались в разной степени и зависели от сезона года, посещаемости читателями, книжного фонда и санитарного состояния библиотек. Обилие родов микромицетов в воздухе библиотек было выше, чем в учебных помещениях и жилой комнате. Показано малое соответствие (коэффициент родовой общности по Жаккару – 0,05–0,41) родового состава микроскопических грибов в воздухе обследованных помещений. В аэропланктоне библиотек доминировали микромицеты родов *Penicillium*, *Aspergillus* и темноокрашенные грибы рода *Alternaria*.

Ключевые слова: микроскопические грибы, *Penicillium*, аэропланктон библиотек, аэромикобиота, микромицеты, микроскопические грибы, микобиота, мониторинг микобиоты библиотек, микобиота воздушной среды книгохранилищ.

¹ Авторы выражают искреннюю признательность заведующему кафедрой ботаники Гродненского государственного университета имени Янки Купалы О.В. Созинову за ценные советы и помощь в статистической обработке результатов.

DOI: 10.31862/2500-2966-2018-1-88-111

I.S. Zhebrak, A.M. ManafovaYanka Kupala State University of Grodno,
Grodno, 230023, Republic of Belarus

Seasonal dynamics and differentiation of aer mikota premises of the educational institution (Grodno, Belarus)²

The number and composition of microscopic fungi in the air of the 5 University libraries, 2 classrooms and one hostel room were studied. The number of fungal diasporas in the air of two libraries exceeded the maximum permissible level (MPL – 500 KOE/m³) and was 581–966 KOE/m³. In summer, in the air of almost all the surveyed rooms, there was a higher abundance and a generic variety of microscopic fungi than in autumn. The mold complexes number and composition in the air of reading rooms and book depositories vary in different degrees and depend on the season, attendance of readers and the libraries sanitary condition. The abundance of microscopic fungi genera in the libraries air was higher than in the study rooms and the hostel room. It was shown that the microscopic fungi generic composition in the surveyed dwellings air has a small correspondence (the Jacquard coefficient is 0,05–0,41). In the libraries aeroplankton micromycetes of the *Penicillium*, *Aspergillus* genera and dark-colored fungi of the *Alternaria* genus dominated.

Key words: airborne fungi, *Penicillium*, library aeroplankton, micromycetes, microscopic fungi, mycobiota, monitoring of library microbiota, microbiota of air in the book depositories.

Введение

Микобиота городских помещений различного назначения широко изучается во всем мире [Helnonen-Tanski, Kalliokoski, 1992; Pasanen, Su, Rotnitzky et al., 1992; Su et al., 1992; De-Wei, Bryce, 1995; Марфенина, Фомичева, 2007; Fraser et al., 2012]. В городских помещениях

² The authors express deep gratitude to O.V. Sozinov, the Head of Botany Department of Grodno State University named after Ya.Kupala for valuable contribution in the statistical processing of the results.

формируются антропогенные микоценозы, отличающиеся от природных, в которых увеличивается содержание устойчивых к антропогенным факторам видов [Марфенина, 2005]. Многократно подтверждены факты негативного воздействия микроскопических грибов на здоровье людей [Марфенина, Фомичева, 2007; Козлова и др., 2008; Богомолова, Кирцидели, Миненко, 2009; Кузикова и др., 2012; Липницкий, Виктор, Топорков, 2016]. Знания о конкретных условиях микогенного загрязнения, а также о его структуре необходимы для оценки состояния среды обитания человека, особенно в условиях города. Оценку присутствия оппортунистических (потенциально патогенных) видов грибов важно проводить, прежде всего, в местах наиболее частого, длительного или массового пребывания людей. Особой проблемой является распространение потенциально патогенных микроскопических грибов во внутренней среде музеев, библиотек, архивов, которое приводит не только к микоповреждениям книг, различных документов, экспонатов, но становится опасным для здоровья посетителей и сотрудников [Мицкевич, Гончарова, Капич, 2011; Кузикова и др., 2012]. Степень риска во многом зависит от того, какие именно микромицеты развиваются внутри помещения, т.к. разные виды обладают разной степенью потенциальной опасности для человека. Патогенность микромицетов определяется комплексом свойств адаптивного характера, позволяющих микромицету колонизировать и инвазировать организм хозяина [Богомолова, Кирцидели, Миненко, 2009].

Результаты многих исследований свидетельствуют о наличии в составе микобиоты библиотек микромицетов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека [Горяева, Великова, Добрусина, 2010; Кузикова, Медведева, Сухаревич, 2011; Трепова и др., 2011; Кузикова и др., 2012]. Среди грибов, характерных для бумаги, более 20 родов включают возбудителей и участников развития заболеваний человека. Выявленные на бумаге грибы *Aspergillus flavus*, *A. glaucus*, *A. nidulans*, *A. niger*, *A. terreus* и особенно *A. fumigatus* известны как опасные для человека [Попихина, 2005].

Нужно отметить, что среди грибов имеется небольшая специализированная группа тех, которые могут вызывать заболевания у здоровых людей [Марфенина, 2005]. Повышенная концентрация микромицетов в воздухе является фактором риска развития микогенной аллергии. Аллергические реакции от воздействия плесневых грибов диагностируются в очень широком диапазоне: от воспаления верхних дыхательных путей (риниты, синуситы) с сопутствующим конъюнктивитом до тяжелой бронхиальной астмы, аллергического бронхолегочного аспергиллеза

и экзогенного аллергического альвеолита. Кроме того, для микогенной аллергии характерны и кожные проявления, такие как дерматиты, крапивница, экзема [Козлова и др., 2008]. 10% людей в мире страдают аллергией, вызванной микроскопическими грибами и их метаболитами [Лугаускас, Яскелявичюс, 2009]. Частота выявления сенсibilизации к микогенным аллергенам в некоторых регионах Земли может достигать 64% [Антропова и др., 2009].

Потенциально патогенные грибы могут быть причиной вторичных микозов. Наиболее подвержены микозам люди, страдающие различными формами иммунодефицита. Основная масса вторичных микозов вызывается преимущественно дрожжевыми грибами, в основном, род *Candida*. Уровень заражения мицелиальными грибами сравнительно низок, и в год в среднем регистрируется всего до 500 случаев оппортунистических микозов на 1 млн человек, тем не менее, опасность для здоровья людей со стороны мицелиальных грибов с каждым годом оценивается все выше. Это определяется тем, что возрастает частота заболеваний, связанных с первичным или вторичным иммунодефицитом, и увеличивается разнообразие видов микроскопических грибов, способных вызывать микозы человека [Марфенина, 2005]. Обычной причиной заражения возбудителями глубоких микозов во внешней среде является вдыхание спор грибов, а в случае повреждения кожных покровов – занос в раны инфекции. При вдыхании крупные споры (более 5 мкм) проникают недалеко и обычно вызывают заболевания полости носа и околоносовых пазух. Более мелкие споры (1–5 мкм) могут достигать альвеол [Марфенина, Фомичева, 2007]. Например, микроскопические грибы рода *Aspergillus* могут вызывать инвазивный аспергиллез, хронический некротизирующий аспергиллез легких, аспергиллому и аллергический бронхолегочный аспергиллез [Козлова и др., 2008]. Известно, что аспергиллы – постоянные компоненты помещений практически во всех регионах мира [Марфенина и др., 2014].

Грибы, развивающиеся на библиотечных материалах (бумаге, коже, клее, красках и др.), могут быть условно патогенными, могут вызывать сенсibilизацию, а также являться продуцентами опасных для человека микотоксинов. Летучие микотоксины вызывают головную боль, поражение слизистых оболочек глаз, носа, горла и т.д., а также более серьезные заболевания, например, известны случаи острой почечной недостаточности, вызванной охратоксином. Влияние на центральную нервную систему могут оказывать треморгенные микотоксины, воздействие на дыхательную систему – токсины *Stachybotrys chartarum* и т.д. [Марфенина, Фомичева, 2007]. Полагают, что безопасных уровней

микотоксинов нет. Даже самые малые их количества обладают нежелательным эффектом и способны со временем накапливаться в организме [Потенциальная патогенность микромицетов..., 2012]. В настоящее время выделена особая группа заболеваний, объединенных под общим названием «синдром больных зданий» (*sick building syndrome*), которыми страдают люди, проживающие в «неблагополучных» помещениях, в том числе пораженных плесневыми микромицетами [Козлова и др., 2008].

Аэромикота является источником заражения библиотечных и архивных материалов. Документы по отношению к окружающей среде ведут себя как открытые системы, через границы которых происходит постоянный воздухообмен. Бумага представляет собой для грибов питательную среду и опорный субстрат. При условиях, благоприятных для их развития, грибы повреждают документы. Повреждение грибами – комплексный прогрессирующий процесс. Соответственно, зоны постоянно расширяются, что приводит к повреждению или полной утрате уникальных документов, затрудняет реставрацию [Попихина, 2005]. В этой связи мониторинг микобиоты библиотек необходим не только для обеспечения безопасности здоровья посетителей и работников библиотек, но и для защиты библиотечного фонда от биоповреждений.

Цель нашей работы – оценка количественного и таксономического состава микобиоты воздушной среды библиотек (книгохранилищ и читальных залов), аудиторий университета, жилой комнаты в осенний и летний периоды.

Материалы исследований

В разных странах имеются разные подходы к определению безопасных норм содержания КОЕ грибов в среде. Эти нормативы пока предложены только для воздуха помещений. По принятым нормативам Всемирной организации здравоохранения, количество спор грибов в жилых помещениях не должно превышать 500 КОЕ/м³. Специальные нормативы, предусматривающие допустимое количество микобиоты в воздухе библиотечных и музейных помещений, отсутствуют [Марфенина, Фомичева, 2007; Горяева, Великова, Добрусина, 2010]. Поэтому в качестве максимального количества микромицетов в воздухе мы принимали предельно допустимый уровень (ПДУ) для жилых помещений. Хотя по некоторым источникам состояние книгохранилищ рассматривается как удовлетворительное, если количество микроорганизмов, определенное седиментационным методом, не превышает 10 КОЕ/ч на одной чашке [Трепова и др., 2011].

В качестве объектов исследования нами выбраны пять библиотек Гродненского государственного университета имени Янки Купалы (ГрГУ): факультета биологии и экологии (пер. Доватора, 3/1); юридического факультета (пер. Доватора, 3/1); главного корпуса ГрГУ (ул. Ожешко, 22); общежития ГрГУ (ул. Доватора, 27); физкультурного факультета (ул. Захарова, 32), а также две учебные аудитории корпуса факультета биологии и экологии ГрГУ и жилая комната (общежитие ГрГУ, контроль).

Отбор проб воздуха проводили в книгохранилищах и читальных залах (на местах выдачи книг) осенью (октябрь 2015 г.) и летом (июль 2016 г.).

Количество микромицетов в воздухе исследуемых помещений определяли седиментационным методом, используя среду Чапека (время экспозиции – 1 ч.). Инкубацию посевов проводили в термостате при 28 °С. Выросшие колонии грибов подсчитывали через 5–10 суток и рассчитывали количество КОЕ (колониеобразующая единица – любая частица, из которой вырастает на твердой питательной среде колония грибов) в 1 м³ воздуха. При расчете допускали, что на площадь 100 см² за 5 минут осаждаются примерно столько бактерий, сколько их находится в 10 л воздуха (0,01 м³). Вычислив площадь чашки Петри по формуле πr^2 , составляли пропорцию:

$$\frac{100 \text{ см}^2}{X} = \frac{\text{площадь чашки}}{\text{количество колоний на чашке}},$$

где X – количество клеток в 0,01 м³, а в 1 м³ их будет в 100 раз больше [Скоробогатова, Воскобоев, 1990].

Анализ таксономического разнообразия грибов выполнен на основе культурально-морфологических признаков с использованием определителей отечественных и зарубежных авторов [Литвинов, 1969; Domsh, Gams, Andersom, 2007]. Оценку состава грибов вели на родовом уровне. Частоту встречаемости родов рассчитывали как процентное соотношение проб, из которых выделен микромицет, к их общему числу [Мирчинк, 1988]. К доминантам относили роды микромицетов, частота встречаемости которых превышает 40%, к часто встречающимся – от 20 до 40%, к редко встречающимся – ниже 20% [Кузикова и др., 2012].

Для сравнения родового состава грибов в воздухе обследованных помещений использовали коэффициент видового сходства Жаккара (рассчитывали на уровне родов). Характеристику структуры сообщества аэромикобиоты проводили с помощью индекса разнообразия Шеннона и индекса доминирования Бергера–Паркера. При расчете индексов

разнообразия и достоверности различий по индексу Шеннона использовали программу PAST 3.17 [Hammer, 2017]. Для анализа данных применяли методы непараметрической статистики, корреляционный и дисперсионный анализ. Определение достоверности различий между выборками проводили непараметрическим методом – тест Манна–Уитни [Чайковская, 2012]. Статистическую обработку проводили с помощью программ Statistica 8.0 (StatSoft) и MS Excel.

Результаты и обсуждение

Проведенные нами исследования показали, что изменение численности микроскопических грибов в воздухе обследованных помещений носило сезонный характер и составляло 31–966 КОЕ/м³ (рис. 1). Для определения достоверности разницы между содержанием микроскопических грибов в воздухе университетских помещений осенью и летом использовали непараметрические методы статистики – тест Манна–Уитни. При 5-процентном уровне значимости ($p < 0,05$) достоверная разница численности микроскопических грибов в воздухе в осенний и летний периоды была только в библиотеках факультета биологии и экологии, общежития и главного корпуса (читальный зал и книгохранилище). Отмечено, что в двух первых библиотеках в летний период увеличивалась загрязненность воздуха спорами грибов, а в главном корпусе уменьшалась. В учебной аудитории № 142 и жилом помещении также отмечали достоверное повышение численности микроскопических грибов в летний период (рис. 1).

Численность микроскопических грибов в воздухе хранилищ Российской национальной библиотеки – крупнейшей библиотеки мира – в мае и августе достигала максимального значения 120–131 КОЕ/м³, а в зимний период была минимальной – 15–29 КОЕ/м³ [Горяева, Великова, Добрусина, 2010]. В Государственном Эрмитаже (г. Санкт-Петербург) минимальное и максимальное зарегистрированное количество микромицетов составляло 10 и 730 КОЕ/м³ в Малом Итальянском просвете, 10 и 532 КОЕ/м³ – в Александровском зале [Смоляницкая, 2007]. Количество грибных колониеобразующих единиц в воздухе обследованных нами библиотек было сравнимо с исследованиями других авторов, кроме двух библиотек (главного корпуса и общежития), где численность аэромикоты превышало ПДУ.

Нами отмечено, что в осенний период в библиотеке главного корпуса ГрГУ численность микроскопических грибов в воздухе превышала предельно допустимый уровень (ПДУ – 500 КОЕ/м³): в книгохранилище составляла 581 КОЕ/м³, в читальном зале – 966 КОЕ/м³ (см. рис. 1).

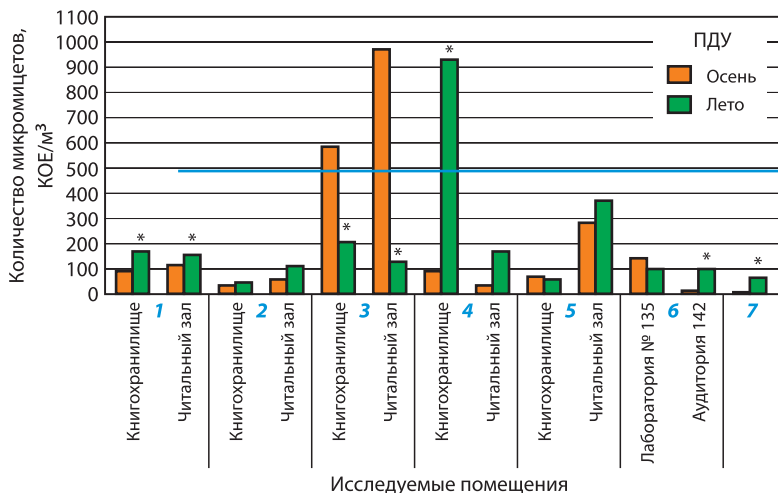


Рис. 1. Численность микроскопических грибов в воздухе исследуемых помещений в осенний и летний периоды

* – достоверность разницы по сравнению с зимним периодом $p < 0,05$;
 ПДУ – предельно допустимый уровень содержания микроскопических грибов в воздухе; 1 – факультет биологии и экологии; 2 – юридический факультет; 3 – главный корпус ГрГУ; 4 – общежитие ГрГУ; 5 – физкультурный факультет; 6 – учебный корпус факультета биологии и экологии; 7 – жилое помещение

Fig. 1. The number of microscopic fungi in the air study space in the autumn and summer

* – significant difference compared with the winter period $p < 0,05$; ПДУ – the maximum permissible level of microscopic fungi in the air; 1 – Faculty of Biology and Ecology; 2 – the Faculty of Law; 3 – main building GrSU; 4 – hostel GrSU; 5 – gymnastic Faculty; 6 – educational building of the Faculty of Biology and Ecology; 7 – premises

Влияние на заспоренность читального зала (в местах выдачи книг) осенью оказал, скорее всего, такой фактор, как высокая посещаемость библиотеки абонентами. Во время отбора проб передвигалось много студентов, которые не только могли быть переносчиками микроскопических грибов, но и влиять на более интенсивное осаждение грибных пропагул в чашки Петри со средой, изменяя поток воздуха в помещении. В июле после сдачи экзаменационной сессии число посетителей библиотеки главного корпуса резко снижается, что способствует улучшению экологического состояния помещения и снижению содержания аэромикоты. Превышение ПДУ численности микроскопических грибов в книгохранилище связано с тем, что библиотека главного корпуса

имеет большой книжный фонд, среди которого много старых книг. Старые книги могут иметь биоповреждения и содержать на своей поверхности большое количество спор и других грибных зачатков. Кроме того, на старых стеллажах накопилось много пыли, которая могла содержать propagулы микромицетов. К лету количество аэромикоты в книгохранилище снизилось в 3–4 раза и составило 206 КОЕ/м³, что связано с проведением там реконструкционных работ. Старые стеллажи были заменены на новые, при этом была сделана генеральная уборка помещений, книги протирались от пыли, что, безусловно, улучшило санитарное состояние помещения.

В летнее время выявили превышение ПДУ численности аэромикоты (931 КОЕ/м³) в книгохранилище библиотеки общежития. Возможными причинами высокой концентрации спор в этой библиотеке считаем занос пыли и спор грибов из внешней среды через открытые окна. Возле здания библиотеки разбиты клумбы, немного дальше стоят мусорные баки и расположена автомагистраль. Из литературы известно, что содержание микроскопических грибов в воздухе помещений отражает динамику грибных сообществ во внешней среде за счет заноса грибных диаспор. Основным резервуаром микроскопических грибов является почва. Высокий уровень присутствия потенциально патогенных и аллергенных грибов наблюдается в придорожных зонах автомагистралей [Марфенина, Фомичева, 2007]. Кроме того, во время эксперимента в библиотеке делали уборку, что было дополнительным фактором загрязнения воздуха, т.к. во время уборки споры микромицетов вместе с пылью могли подниматься вверх и загрязнять воздух. Осенью в книгохранилище отмечали снижение заспоренности воздуха до 402 КОЕ/м³. В читальном зале библиотеки общежития (места выдачи книг) количество микромицетов в воздухе было значительно меньше, чем в книгохранилище: 31 КОЕ/м³ (осенью), 166 КОЕ/м³ (летом).

В библиотеке факультета биологии и экологии (книгохранилище и место выдачи книг) количество грибных propagул в воздухе осенью составило 92 и 118 КОЕ/м³, летом – 170 и 153 КОЕ/м³ (соответственно). Споры микроскопических грибов летом могли в большей степени попадать в библиотеку из внешней среды через открытые окна. В книгохранилище библиотеки физкультурного факультета по результатам осенних исследований численность микромицетов ровнялась 70 КОЕ/м³, по летним показателям – 56 КОЕ/м³. На местах выдачи книг эти показатели были значительно выше: осенью – 284 КОЕ/м³, летом – 371 КОЕ/м³. По-видимому, дополнительными факторами загрязнения здесь могли быть читатели, находящиеся в это время в библиотеке, а также тот

факт, что место выдачи книг находится возле стенки. В углах, у стен, находящихся далеко от выхода, скорость обмена воздуха понижена, и часто наблюдается высокая концентрация микроорганизмов в воздухе. В подобных зонах застоя определяющим фактором, влияющим на количество осевших КОЕ, является гравитационная седиментация. В книгохранилище библиотеки юридического факультета ГрГУ численность микромицетов в воздухе была наименьшей, осенью составила 35 КОЕ/м³, а летом – 43 КОЕ/м³. В читальном зале этой библиотеке численность аэромикоты осенью равнялась 57 КОЕ/м³, летом этот показатель повышался и составлял 113 КОЕ/м³ (см. рис. 1).

В большинстве исследуемых нами помещениях отмечали увеличение численности аэромикоты в летний период, что, по-видимому, связано с заносом микромицетов из внешней среды через открытые окна. Во многих обследованных библиотеках выявили большую обсемененность воздуха микромицетами на местах выдачи книг по сравнению с книгохранилищами. В читальных залах книги переносятся с места на место, перелистываются страницы, при этом поднимается пыль, а вместе с ней и споры грибов, находящиеся на поверхности книг, что способствует загрязнению воздуха. Сами читатели могут переносить грибные споры из внешней среды и быть источниками загрязнения воздуха. В книгохранилищах значительно меньше перемещаются люди, и пыль не поднимается в воздух.

В учебных аудиториях и жилой комнате численность микромицетов в воздухе осенью была несколько ниже, чем в большинстве исследуемых библиотеках, а летом эти результаты были сравнимы с наиболее чистыми библиотеками. По-видимому, книги, хранящиеся в библиотеках, являются дополнительным источником загрязнения воздуха. В июле дополнительными факторами загрязнения воздуха микобактерией в аудитории № 142 могли быть находящиеся там студенты, у которых в это время проходила зоолого-ботаническая практика, а в аудитории № 135 – растения, которые сушили для гербария (см. рис. 1). В учебных аудиториях № 142 и № 135 количество грибов осенью составило 9 и 140 КОЕ/м³, а летом – 96 и 101 КОЕ/м³ (соответственно). По результатам осенних исследований, меньше всего грибов содержалось в воздухе жилой комнаты (5 КОЕ/м³), но летом этот показатель повышался и равнялся 70 КОЕ/м³ (см. рис. 1). Летом в жилом помещении сушили растения для гербария, что, вероятно, и стало причиной увеличения в воздухе численности микромицетов.

Из литературы известно, что факторами, определяющими состав и содержание микроскопических грибов в помещениях, являются занос

грибов из внешней среды и экологические условия самих помещений, способствующие развитию грибов. Грибы могут попадать во внутренние помещения из внешней среды из открытых окон и дверей, при вентиляции [Марфенина, Фомичева, 2007]. Установлено, что содержание микроскопических грибов в воздухе помещений хорошо отражает динамику присутствия грибных сообществ во внешней среде за счет заноса грибных диаспор. Это меньше выражено в зимний период, а в наибольшей степени проявляется весной-летом-осенью [Марфенина, 2005]. Возможными причинами концентрации спор грибов в помещениях также считают состояние помещения: количество и состав пыли внутри помещения; работа вентиляционных систем и кондиционеров; наличие плесеней на различных комнатных поверхностях (стенах, потолках) [Попихина, 2005; Смоляницкая, 2007]. Возможным резервуаром спор, например, потенциально патогенных грибов рода *Aspergillus*, может быть привнесение в помещения природных объектов – букетов цветов, наличие почвосмесей в горшках комнатных растений [Марфенина и др., 2014].

Результаты проведенного нами дисперсионного анализа показали достоверное влияние книжного фонда библиотек на численность микроскопических грибов в читальных залах осенью ($\eta^2 \pm m_n^2 = 0,98 \pm 0,008$) (табл. 1). Корреляционная связь между книжным фондом и количеством аэромикоты не выявлена. По результатам дисперсионного анализа установлено достоверное влияние посещаемости библиотек читателями (посещаемость за 1, 2, 3 месяца до проведения обследования помещений) на количественное содержание КОЕ микромицетов в воздухе читальных залов в местах выдачи книг ($\eta^2 = 0,57-0,99, p < 0,05$). Осенью установлена положительная корреляция между количеством читателей, посетивших библиотеку, и численностью микромицетов в воздухе читальных залов ($r = 0,54-0,94; p < 0,05$). Достоверное влияние посещаемости абонентами библиотеки на численность аэромикоты в воздухе книгохранилищ выявлено только осенью (посещаемость за 1 и 2 месяца) ($\eta^2 = 0,80-0,82, p < 0,05$) (см. табл. 1). Таким образом, мы установили существенное влияние посещаемости абонентами библиотеки на микологическое состояние воздуха читальных залов (летом и осенью) и книгохранилищ (осенью). Численность аэромикоты зависела от книжного фонда только в читальных залах осенью.

Учитывая, что исследование воздуха в читальных залах проводилось в местах выдачи книг, повышение численности микроскопических грибов могло быть связано с поступлением их вместе с пылью при переносе и пролистывании книг при их выдачи абонентам, споры грибов могли

Таблица 1

Результаты корреляционного и дисперсионного анализов зависимости содержания микроскопических грибов в воздухе библиотек от их фонда и посещаемости читателями
 [The results of correlation and analysis of variance depending on the content of microscopic fungi in the air from their library fund and attendance readers]

Факторы [Factors]	Показатели дисперсионного и корреляционного анализов [Indicators of variance and correlation analysis]	Осень [Autumn]		Лето [Summer]	
		книгохранилища [book depositories]	читальные залы [reading rooms]	книгохранилища [book depositories]	читальные залы [reading rooms]
Посещение библиотек (1 месяц) [Visiting libraries (1 month)]	$\eta^2 \pm m^2_{\eta}$	0,80 ± 0,02	0,99 ± 0,009	–	0,92 ± 0,04
	<i>r</i>	–	0,57	–	–
Посещение библиотек (2 месяца) [Visiting libraries (2 months)]	$\eta^2 \pm m^2_{\eta}$	0,82 ± 0,02	0,99 ± 0,009	–	0,57 ± 0,04
	<i>r</i>	–	0,54	–	–
Посещение библиотек (3 месяца) [Visiting libraries (3 months)]	$\eta^2 \pm m^2_{\eta}$	–	0,99 ± 0,008	–	0,92 ± 0,04
	<i>r</i>	–	0,94	–	–
Книжный фонд [Book fund]	$\eta^2 \pm m^2_{\eta}$	–	0,98 ± 0,008	–	–
	<i>r</i>	–	–	–	–

Примечание: $\eta^2 \pm m^2_{\eta}$ – квадрат корреляционного отношения (показатель силы влияния фактора на признак); *r* – коэффициент линейной корреляции; прочерк означает отсутствие достоверного влияния или корреляции при $p < 0,05$ [Чайковская, 2012].
 $[\eta^2 \pm m^2_{\eta}$ – squared correlation ratio (a measure of power factor influence on the topic); *r* – linear correlation coefficient; a dash indicates no significant effect or correlation at $p < 0,05$ [Chaykovskaya, 2012].]

также приносятся читателями из внешней среды на одежде и обуви. В книгохранилищах численность аэромикоты зависела от посещаемости только за 2 месяца до исследований (сентябрь, октябрь), т.к. в августе библиотеки практически не посещаются студентами, а в начале учебного года резко увеличивается количество читателей.

Количество пропагул (КОЕ) является переменным показателем, которым микобиологическое состояние помещений можно охарактеризовать только частично. Этот показатель предлагается всегда дополнять качественным определением доминирующих микромицетов в воздухе помещений. В воздушной среде обследованных нами помещений были выделены микроскопические грибы из 35 родов (табл. 2). Доминирующими по частоте встречаемости оказались микроскопические грибы из трех родов: *Penicillium* (70%), *Alternaria* (42%), *Aspergillus* (42%). Часто встречались микромицеты из родов *Arthroderma* (27%) и *Thielaviopsis* (23%). Остальные роды микромицетов встречались редко (меньше 20%). Осенью в аэропланктоне библиотек (читальные залы и книгохранилища) больше всего выявляли микромицеты рода *Penicillium*. В летнее время в воздухе читальных залов чаще встречались темноокрашенные грибы рода *Alternaria*, в книгохранилищах – *Aspergillus*, *Arthroderma*.

Наряду с перечисленными родами в отдельных помещениях доминантами могли быть и представители других родов микромицетов. Так, например, в учебных аудиториях в летний период доминировала аэромикота из родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Humicola*.

Полученные нами данные сопоставимы с данными других авторов: в воздухе библиотек, архивов и музеев самыми распространенными контаминантами воздушной среды являются виды из родов *Penicillium* и *Aspergillus*, независимо от времени года и географического расположения учреждений [Горяева, Великова, Добрусина, 2010]. В большинстве сообщений о видовом составе микромицетов в музеях и книгохранилищах наиболее часто отмечается присутствие представителей родов *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Chrysosporium* [Смоляницкая, 2007], с чем согласуются полученные нами данные.

Наибольшее богатство родов микромицетов выявлено летом в воздухе читального зала библиотеки физкультурного факультета (9 родов) и книгохранилища факультета биологии и экологии (8 родов), что, возможно, связано с заносом грибов из внешней среды и экологическими условиями самих помещений (табл. 3). Например, книгохранилище факультета биологии и экологии расположено в полуподвальном

Таблица 2

**Родовое разнообразие микромицетов
в воздухе университетских помещений и жилой комнате летом и осенью
[Generic variety mikromitcetes air university premises and living room in summer and autumn]**

Род [Genera]	Читальные залы [reading rooms]		Книгохранилища [book depositories]		Учебные аудитории [classrooms]		Жилые помещения [living room]	
	лето [summer]	осень [autumn]	лето [summer]	осень [autumn]	лето [summer]	осень [autumn]	лето [summer]	осень [autumn]
<i>Acremonia</i>	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Alternaria</i>	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Arthroderma</i>	+	+	+	-	+	-	-	-
<i>Aspergillus</i>	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Aureobasidium</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Chrysosporium</i>	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Cladosporium</i>	+	-	-	+	-	+	-	-
<i>Coniothyrium</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Curvularia</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Suaetomium</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Fusarium</i>	+	-	+	-	-	-	-	-

Окончание табл. 2

Род [Genera]	Читальные залы [reading rooms]		Книгохранилища [book depositories]		Учебные аудитории [classrooms]		Жилые помещения [living room]	
	лето [summer]	осень [autumn]	лето [summer]	осень [autumn]	лето [summer]	осень [autumn]	лето [summer]	осень [autumn]
<i>Geotrichum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gongronella</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Humicola</i>	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Malassezia</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Microsporium</i>	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>Monilia</i>	-	+	-	+	-	-	+	-
<i>Mortierella</i>	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Mucor</i>	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Oidiodendron</i>	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Paecilomyces</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium</i>	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>Phialophora</i>	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Phoma</i>	-	+	+	-	-	-	-	-

<i>Scopulariopsis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stachybotrys</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stemphylium</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhinocladium</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizopus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thielaviopsis</i>	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Torula</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Trichoderma</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichothecium</i>	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Verticillium</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Wardomyces</i>	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Количество родов [Number of genera]	13	12	19	12	9	4	6	1				

**Доминирование, богатство и родовое разнообразие микроскопических грибов
в воздухе обследованных помещений (индексы Шенона (H_{in}) и Бергера–Паркера)
[Domination, wealth and genetic diversity of microscopic fungi in the air of premises surveyed
(index Shannon (H_{in}) and Berger–Parker)]**

Обследованные помещения [Surveyed premises]		Богатство родов [Wealth genera]		Индексы [index]			
		лето [summer]	осень [autumn]	Шенона (H_{in}) [Shannon (H_{in})]		Бергера–Паркера [Berger–Parker]	
		лето [summer]	осень [autumn]	лето [summer]	осень [autumn]	лето [summer]	осень [autumn]
Библиотека факультета биологии и экологии [Faculty of Biology and Ecology library]	читальный зал [reading rooms]	3	5	1,0	1,5*	0,6	0,4
	хранилище [book depositories]	8	4	**2,0	**1,2*	0,2	0,4
Библиотека юридиче- ского факультета [Faculty of Law library]	читальный зал [reading rooms]	3	3	1,0	1,0	0,5	0,5
	хранилище [book depositories]	6	4	**1,7	**1,3	0,3	0,4
Библиотека главного корпуса [Main building GrSU library]	читальный зал [reading rooms]	5	5	1,6	1,0*	0,3	0,7
	хранилище [book depositories]	3	5	**1,0	**1,6*	0,5	0,3

Библиотека общежития [Hostel GrSU library]	читальный зал [reading rooms]	4	3	1,3	1,0*	0,3	0,5
	хранилище [book depositories]	6	3	**1,6	**0,6*	0,3	0,8
Библиотека физкультурного факультета [Gymnastic Faculty library]	читальный зал [reading rooms]	9	3	2,1	1,0*	0,2	0,5
	хранилище [book depositories]	5	5	**1,6	**1,4*	0,3	0,4
Учебные аудитории [Classrooms]	135 ауд. [135 class.]	4	3	1,2	1,0*	0,5	0,5
	142 ауд. [142 class.]	7	2	1,9	0,6*	0,2	0,7
Жилое помещение [Living room]	комната [room]	6	1	1,5	0*	0,5	1,0

Примечание: * – достоверные различия между индексами Шеннона родового разнообразия микроорганизмов в помещениях осенью и летом ($p < 0,05$); ** – достоверные различия между индексами Шеннона родового разнообразия микроорганизмов в читальных залах и книгохранилищах ($p < 0,05$).

[Note. * – the differences were significant between the indices of the generic diversity Shannon micromycetes indoors in autumn and summer ($p < 0,05$); ** – the difference between the indices is accurate Shannon generic diversity micromycetes in reading rooms and depositories ($p < 0,05$).]

помещении, а такие помещения, в отличие от верхних этажей, имеют большую увлажненность и плохо проветриваются. Это является хорошим условием для развития микроскопических грибов. В остальных библиотеках родовое разнообразие грибов в воздухе было ниже: летом – 3–6 родов, осенью – 3–5. В воздухе учебных аудиторий выявили летом 4–7, осенью – 2–4 родов микроскопических грибов, в комнате жилого помещения – летом 6, осенью 1 (табл. 3).

Значение индекса Шеннона по родовому разнообразию микромицетов воздуха обследованных помещений составляло 0,6–2,0 (см. табл. 3). Низкое значение индекса Шеннона обусловлено, по-видимому, тем, что этот показатель рассчитывался не для видов, а для родов микромицетов. При сравнении результатов исследований в летний и осенний периоды показатели индекса родового разнообразия Шеннона достоверно различались во всех помещениях, кроме библиотеки юридического факультета (читальный зал и книгохранилище). Летом отмечали большее родовое разнообразие аэромикоты по сравнению с осенью в большинстве обследованных помещениях (см. табл. 3). По-видимому, летом проветривание помещений способствовало заносу микромицетов с улицы и увеличению родового разнообразия аэромикоты.

В читальном зале (место выдачи книг) библиотеки факультета биологии и экологии и книгохранилище главного корпуса университета отмечали большее родовое разнообразие осенью. Библиотека факультета биологии и экологии расположена в полуподвальном помещении. Место выдачи книг находится далеко от окон рядом с входной дверью. Основным фактором, влияющим на загрязненность воздуха, вероятнее всего, является санитарное состояние самого помещения и посещаемость библиотеки читателями. В библиотеке главного корпуса летом, после установки новых стеллажей и генеральной уборки, снизилась не только численность аэромикоты, но и ее разнообразие.

Индексы Шеннона (родового разнообразия микромицетов) в одних библиотеках (в разное время года) были выше в книгохранилищах, в других – в читальных залах, но во всех библиотеках эти показатели достоверно отличались. На родовое разнообразие микромицетов в воздухе оказывали влияние такие факторы, как книжный фонд и посещаемость библиотек. Результаты дисперсионного анализа показали, что сила влияния факторов (книжный фонд и посещаемость библиотек за 3 месяца до обследования помещений) составляла 0,82–0,97. Индекс Бергера–Паркера родового доминирования микромицетов в воздухе большинства библиотек был выше осенью, за исключением книгохранилища библиотеки главного корпуса и места выдачи книг биофака (табл. 4).

**Результаты дисперсионного анализа зависимости
родового разнообразия микроскопических грибов
(индексы Шенона (H_{ln})) в воздухе библиотек
от их посещаемости читателями и книжного фонда ($p < 0,05$)
[The results of analysis of variance according to the generic variety
of microscopic fungi (Shannon index (H_{ln})) in the air from their library
attendance readers and book fund ($p < 0,05$)]**

Обследованные помещения / сезон [Surveyed premises / season]		$\eta^2 \pm m_{\eta}^2$	
		книжный фонд [book fund]	посещаемость за 3 месяца [visiting libraries (3 months)]
Книгохранилища [Book depositories]	осень [autumn]	0,92 ± 0,032	0,92 ± 0,032
	лето [summer]	0,93 ± 0,028	0,95 ± 0,02
Читальный зал [Reading rooms]	осень [autumn]	0,82 ± 0,068	0,82 ± 0,072
	лето [summer]	0,97 ± 0,012	0,97 ± 0,012

Сравнительный анализ родового состава микроскопических грибов в воздухе обследованных помещений показал малое соответствие. Самый высокий коэффициент родовой общности (коэффициент Жаккара – 0,41) наблюдали осенью между аэромикотой книгохранилищ и читальных залов. Сходство аэромикоты остальных помещений в летний и осенний периоды заметно ниже. Наименьшее значение коэффициента родového сходства микромицетов были получены при сравнении библиотек с учебными аудиториями (коэффициент Жаккара – 0,08–0,21) и жилым помещением (0,05–0,11). По-видимому, основным фактором, оказывающим влияние на формирование воздушного микocenоза, является внутренняя среда помещений.

Заключение

Таким образом, проведенные нами исследования в помещениях учреждения образования (ГрГУ, Гродно, Беларусь) показали, что изменение численности микроскопических грибов в воздухе обследованных помещений носило сезонный характер. Летом в воздухе отмечали более

высокую численность и родовое разнообразие аэромикоты в большинстве обследованных помещениях. Показано, что в двух библиотеках численность микроскопических грибов превышала предельно допустимый уровень. Во всех библиотеках численность и состав грибов в воздухе читальных залов отличался от книгохранилищ в разной степени и зависел от сезона года, посещаемости абонентами, книжного фонда и санитарного состояния библиотеки. Нами показано малое соответствие (коэффициент Жаккара – 0,05–0,41) родового состава микроскопических грибов в воздухе обследованных помещений, что указывает на специфичность их микроклимата. Установили, что количество микромицетов и их родовое разнообразие (индекс Шеннона) в воздухе учебных аудиторий и жилой комнаты было сравнимо с библиотеками. Существенное снижение этих показателей отмечали лишь осенью в одной из учебных аудиторий и жилой комнате. Фон аэропланктона в обследованных библиотеках летом и осенью в основном составили микромицеты родов *Penicillium*, *Aspergillus* и темноокрашенные грибы рода *Alternaria*, большинство из которых могут быть условно-патогенным и аллергенным таксонами.

Чтобы поддерживать низкую численность аэромикоты в библиотеках и учебных аудиториях университета, что является неотъемлемым условием сохранения здоровья людей, необходимо учесть все упомянутые факторы и предусмотреть технические и организационные меры для их профилактики.

Библиографический список / References

1. Богомолова Е.В., Кирцидели И.Ю., Миненко Е.А. Потенциально опасные микромицеты жилых помещений // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43. Вып. 6. С. 506–513. [Bogomolova E.V., Kircideli I.Yu., Minenko E.A. Potentially dangerous microfungi from dwelling houses. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2009. T. 43. Vol. 6. Pp. 506–513.]
2. Горяева А.Г., Великова Т.Д., Добрусина С.А. Микобиота воздуха и композитов бумаги с полимерными покрытиями в Российской национальной библиотеке // Микология и фитопатология. 2010. Т. 44. Вып. 1. С. 10–18. [Goryaeva A.G., Velikova T.D., Dobrusina S.A. Mycobiota of air and paper with polymeric coverings at the National Library of Russia. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2010. T. 44. Vol. 1. Pp. 10–18.]
3. Грибы рода *Aspergillus* (на примере Европейской части России) / Марфенина О.Е., Бубнова Е.Н., Семенова Т.А. и др. // Микология и фитопатология. 2014. Т. 48. Вып. 3. С. 139–150. [Marfenina O.E., Bubnova E.N., Semenova T.A., Ivanova A.E., Danilogorskaya A.A. Microfungi of the genus *Aspergillus*: distribution and accumulation in different conditions of natural environments (on example of european russia). *Mikologiya i fitopatologiya*. 2014. T. 48. Vol. 3. Pp. 139–150.]

4. Кузикова И.Л., Медведева Н.Г., Сухаревич В.И. Изучение факторов потенциальной патогенности грибов-контаминантов фондов Библиотеки академии наук // Труды лаборатории консервации и реставрации документов СПФ АРАН. 2011. № 2. С. 237–245. [Kuzikova I.L., Medvedeva N.G., Suharevich V.I. The study of pathogenic contaminant fungi in the stocks of the Academy of Sciences' Library. *Trudy laboratorii konservacii i restavracii dokumentov SPF ARAN*. 2011. № 2. Pp. 237–245.]

5. Липницкий А.В., Викторов Д.В., Топорков А.В. Роль генетических факторов человека в инфекционной чувствительности к возбудителям инвазивных микозов // Микология сегодня / Под ред. Ю.Т. Дьякова, А.Ю. Сергеева. Т. 3. М., 2016. С. 82–96. [Lipnickij A.V., Viktorov D.V., Toporkov A.V. The role of human genetic factors in infectious sensitivity to the causative agents of invasive mycoses. *Mikologiya segodnya*. Yu.T. D'yakov, A.Yu. Sergeev (red.). Т. 3. М., 2016. Pp. 82–96.]

6. Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. Л., 1967. [Litvinov M.A. *Opredelitel' mikroskopicheskikh pochvennykh gribov* [Determinant of microscopic soil fungi]. Leningrad, 1967.]

7. Лугаускас А., Яскелявичюс Б. Микологическое состояние жилых помещений Вильнюса // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43. Вып. 3. С. 207–215. [Lugauskas A., Yaskelyavichyus B. Mycological state of dwelling premises in the city of Vilnius. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2009. Т. 43. Vol. 3. S. 207–215.]

8. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М., 2005. [Marfenina O.E. *Antropogennaya ehkologiya pochvennykh gribov* [Anthropogenic ecology of soil fungi]. Moscow, 2005.]

9. Марфенина О.Е., Фомичева Г.М. Потенциально патогенные мицелиальные грибы в среде обитания человека. Современные тенденции // Микология сегодня. Т. 1. М., 2007. С. 235–239. [Marfenina O.E., Fomicheva G.M. Potentially pathogenic filamentous fungi in the human habitat. Modern tendencies. *Mikologiya segodnya*. Т. 1. Moscow, 2007. Pp. 235–239.]

10. Микогенная аллергия у жителей помещений, пораженных микромицетами / Козлова Я.И., Васильева Н.В., Чилина Г.А. и др. // Проблемы медицинской микологии. 2008. Т. 10. № 2. С. 17–21. [Kozlova Ya.I., Vasileva N.V., Chilina G.A., Bogomolova T.S., Aak O.V., Klimko N.N. Mycogenic allergy at inhabitants of premises, contaminated by micromycetes. *Problemy medicinskoj mikologii*. 2008. Т. 10. № 2. Pp. 17–21.]

11. Микромицеты в библиотеках различных регионов России / Трепова Е.С., Горяева А.Г., Попихина Е.А. и др. // Микология и фитопатология. 2011. Т. 45. Вып. 5. С. 427–435. [Trepova E.S., Goryaeva A.G., Popihina E.A., Velikova T.D., Nazova S.S. Micromycetes in libraries of various regions of Russia. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2011. Т. 45. Vol. 5. Pp. 427–435.]

12. Микромицеты жилых помещений – источник аллергенов / Антропова А.Б., Казанцева Г.В., Мокеева В.Л. и др. // Российский аллергологический журнал. 2009. № 4. С. 17–21. [Antropova A.B., Kazanceva G.V., Mokeeva V.L., Chekunova L.N., Bilanenko E.N., Chernyak B.A., Zheltikova T.M. Micromycetes of indoor environment are the source of allergens. *Rossijskij allergologicheskij zhurnal*. 2009. № 4. Pp. 17–21.]

13. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. М., 1988. [Mirchink T.G. *Pochvennaya mikologiya* [Soil mycology]. М., 1988.]

14. Мицкевич А.Г., Гончарова И.А., Капич А. Н. Микромикеты в системе экологического мониторинга объектов материального наследия // Экологический вестник. 2011. № 2 (16). С. 19–26. [Mickeyevich A.G., Goncharova I.A., Kapich A.N. Micromycetes in the system of environmental monitoring of material heritage sites. *Ehkologicheskij vestnik*. 2011. № 2 (16). Pp. 19–26.]

15. Попихина Е.А. Распространение микроскопических грибов и заселенность ими бумаги // На века. 2005. № 7. 78-81. [Popihina E.A. Distribution of microscopic fungi and their occupancy of paper. *Na veka*. 2005. № 7. Pp. 78–81.]

16. Потенциальная патогенность микромикетов – контоминатов библиотечных фондов / Кузикова И.Л., Тилева Е.А., Трошева Т.Д., Медведева Н.Г. // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46. Вып. 5. С. 329–333. [Kuzikova I.L., Tileva E.A., Trosheva T.D., Medvedeva N.G. Potential pathogenicity of microfungi contaminating library funds. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2012. T. 46. Vol. 5. Pp. 329–333.]

17. Скоробогатова Р.А., Воскобоев А.И. Методы выделения, идентификации и изучения некоторых свойств микроорганизмов. Гродно, 1990. [Skorobogatova R.A., Voskoboev A.I. Metody vydeleniya, identifikacii i izucheniya nekotoryh svoystv mikroorganizmov [Methods for the isolation, identification and study of certain properties of microorganisms.]. Grodno, 1990.]

18. Смоляницкая О.Л. Микромикеты как потенциальные агенты биоповреждения культурных ценностей и стратегия защиты от них в Государственном Эрмитаже: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2007. [Smolyanickaya O.L. Mikromicety kak potencial'nye agenty biopovrezhdeniya kul'turnyh cennostej i strategiya zashchity ot nih v gosudarstvennom Ermitazhe [Micromycetes as potential agents of biological damage of cultural values and the strategy of protection from them in the State Hermitage]. PhD thesis. St. Petersburg, 2007.]

19. Чайковская Н.А. Биометрия. Ч. 1. Гродно, 2012. [Chajkovskaya N.A. Biometriya [Biometrics]. Part 1. Grodno, 2012.]

20. De-Wei L., Bryce K. Indoor aeromycota in relation to residential characteristics and allergic symptoms. *Mycopathologia*. 1995. № 131. Pp. 149–157.

21. Domsh K.H., Gams W., Andersom T.H. Compendium of soil fungi. Eching, 2007.

22. Fraser R.T., Peter J.I., Jason B., Burchett M.D. Do indoor plants contribute to the aeromycota in city buildings? *Aerobiologia*. 2012. 29 (3). DOI 10.1007/s10453-012-9282-y.

23. Hammer Q. Past. Paleontological Statistics. Verson 3.18. 2017.

24. Pasanen A.-L., Heinonen-Tanski H., Kalliokoski P. Fungal microcolonies on indoor surfaces – an explanation for the base-level fungal spore counts in indoor air. *Atmospheric Environment*. 1992. Vol. 26 B. No. 1. Pp. 117–120.

25. Su H.J., Rotnitzky A., Burge H.A., Spengler J.D. Examination of fungi in domestic interiors by using factor analysis: correlations and associations with home factors. *Applied and environmental microbiology*. 1992. Jan. Pp. 181–186.

Статья поступила в редакцию 22.10.2017

The article was received on 22.10.2017

Жебрак Инна Степановна – кандидат биологических наук; старший преподаватель кафедры ботаники факультета биологии и экологии, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь

Zhebrak Inna S. – PhD in Biology; Senior Lecturer of the Department of Botany of the Faculty of Biology and Ecology, Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus

E-mail: coryne@mail.ru

Манафова Афат Мехди кызы – студентка факультета биологии и экологии, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь

Manafova A.M. – student of the Faculty of Biology and Ecology, Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus

E-mail: 1996_a_01@mail.ru