

УДК 582.28

МИКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РИСКА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

© 2016 Е.В. Богомолова¹, О.П. Уханова², И.В. Санеева³¹ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН² Ставропольская краевая клиническая больница³ ООО «Микосфера»

Статья поступила в редакцию 23.11.2016

Обсуждаются риски для здоровья человека в городской среде, связанные с возрастанием количества ситуаций плесневого поражения внутренней среды помещений. Рассмотрены аллергены грибов, основные представители микромицетов-биодеструкторов с аллергенными и токсигенными свойствами. Одной из причин, приводящих к увеличению микогенной нагрузки на здоровье людей, является внедрение новых материалов и технологий в строительстве, которые в силу несовершенства применения становятся благоприятной средой для развития плесневых биопоражений жилой среды.

Ключевые слова: микология, плесневые грибы, аэромикология, аллергены, микотоксины, биопоражение, внутренняя среда помещений, экология человека

В условиях жизни в мегаполисе человек сталкивается с широким спектром экологических рисков и нагрузок на организм. Помимо физических (шум, электромагнитные поля, вибрация и др.) и химических (выхлопные газы, промышленные выбросы, выделение вредных веществ из бытовой химии, отделочных материалов, употребление пищи с консервантами и пр.), существует и ряд биологических вредных факторов. К их числу в первую очередь можно отнести природные аллергены, такие как пыльца растений и споры микромицетов – плесневых грибов [1]. Плесневые грибы присутствуют во всех жилых и общественных помещениях, их численность может варьировать в широких пределах [2-9]. В жилой среде в отсутствие очагов биоповреждения наиболее обычны уровни содержания плесневых грибов в воздухе порядка 50-200 КОЕ/м³, при существующем предельно допустимом уровне 500 КОЕ/м³ (согласно требованиям Всемирной Организации Здравоохранения, [2-5,10]). В случаях наличия биоповреждений отделочных или строительных материалов, а также при скоплении бытовой или строительной пыли численность плесневых грибов в воздушной среде закрытых помещений может резко возрастать, достигая значений более 10000 КОЕ/м³ [2-5]. К числу наиболее часто встречающихся микромицетов внутренней среды помещений можно отнести представителей родов *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Trichotecium*, *Ulocladium*

[2-5, 11]. Микромицеты из этих родов входят в список потенциальных патогенов человека в соответствии с СП 1.3.2885-11, то есть могут вызывать микотические заболевания у некоторых индивидов, в первую очередь – у лиц с первичными заболеваниями органов дыхания и ослаблением иммунитета [7, 12]. Кроме микозов микромицеты способны вызывать аллергические заболевания человека – например, микогенную сенсибилизацию, астму, крапивницу и другие проявления [1, 3-6, 13, 14].

В настоящее время многочисленными исследованиями доказано значение микогенной сенсибилизации в патогенезе аллергического ринита, бронхиальной астмы, аллергических бронхолегочных микозов, экзогенного аллергического альвеолита, атопического дерматита [15-20]. На октябрь 2016 г. количество зарегистрированных аллергенов грибов, список которых размещен на сайте www.allergen.org, достигло 111, по данным подкомитета по номенклатуре аллергенов Международного союза иммунологических обществ (IUIS). Некоторые штаммы микромицетов могут синтезировать до 40 отдельных макромолекул, связывающих IgE [21]. Подавляющее количество зарегистрированных аллергенов принадлежит всего 5 родам микромицетов – *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium*, в то время как с симптомами аллергии дыхательных путей связывают около 80 родов грибов [22]. Микроскопические размеры спор грибов (2-5 мкм у наиболее распространенных аллергенных видов) позволяют им проникать глубоко в дыхательные пути человека, вызывая широкий спектр аллергических реакций.

Кроме аллергенов, микромицеты выделяют и множество различных метаболитов, в том числе токсинов [23-26], среди которых можно выделить токсины грибов рода *Aspergillus*, некоторые из которых обладают канцерогенным действием

Богомолова Евгения Валентиновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории систематики и географии грибов. E-mail: fun-gi@yandex.ru

Уханова Ольга Петровна, доктор медицинских наук, профессор кафедры иммунологии

Санеева Ирина Викторовна, специалист-миколог

(афлатоксины), а также стеригматоцистин, цитринин и другие, обнаруживаемые в концентрациях 1,0-650 мкг/г в биомассе спор грибов рода *Aspergillus* [27], что говорит о том, что микотоксины могут попадать в организм человека посредством вдыхания спор. Некоторые виды рода *Aspergillus* вырабатывают до 16 микотоксинов одновременно [28]. Всего, по некоторым подсчетам, различные виды плесневых грибов вырабатывают до 300 микотоксинов, в том числе обладающих канцерогенным, иммунотоксическим, нейротоксическим, мутагенным и тератогенным действием [27]. Взаимосвязь между распространяющимися воздушным путем микотоксинами и риском возникновения рака отмечена в некоторых работах [29-31]. Авторы наблюдали выраженную корреляцию между возникновением рака легких, бронхов и лейкемии и длительным пребыванием пациентов под воздействием микотоксинов (по роду профессиональных занятий в течение жизни, либо в связи с проживанием в зараженных плесенью жилых помещениях).

Также одним из факторов, влияющих на качество жизни и возможно, на здоровье человека, являются так называемые MVOCs – microbial volatile organic compounds, - летучие органические вещества микробного происхождения, выделяемые микроскопическими грибами в процессе роста. Данные вещества ответственны за характерный запах плесени, «затхлости» и «сырости», который появляется в пораженных плесенью помещениях, и впоследствии почти не поддается устранению, впитываясь в строительные материалы, конструкции, а также одежду, мебель и предметы интерьера. Присутствие летучих органических компонентов, вырабатываемых плесневыми грибами, тесно связывают с широко известным «синдромом больного здания» [27, 31]. Некоторые MVOCs могут адсорбироваться на частицах домашней пыли и вместе с ней глубоко проникать в дыхательную систему человека [31]. До настоящего времени вопрос о потенциальном вреде MVOCs для здоровья остается дискуссионным, однако неоспоримым является тот факт, что наличие плесневого запаха значительно снижает качество жизни человека. Замеры концентраций выделяемых плесневыми грибами веществ могут позволить более полно характеризовать качество воздуха в закрытых помещениях [27, 31]. К числу наиболее характерных MVOCs плесневых грибов относятся 1-октен-3-ол, 3-октанол, 3-октанон, 2-пентанол, 2-пентанон, 2-гептанон, 1,3-диметоксибензен, геосмин, а также различные сесквитерпены, кетоны, альдегиды и другие группы веществ. Продуцирование MVOCs плесневыми грибами зависит от их вида, стадии развития гриба, материала, на котором происходит их произрастание, также значение может иметь температурно-влажностный режим помещения

[27, 31]. Так как данные соединения могут вызывать раздражения слизистых оболочек (глаз, носа, горла), их концентрация в воздухе имеет большое значение для качества жизни человека [27].

В наших исследованиях при проведении обследований жилых квартир было отмечено, что большинство жителей зараженных плесневыми грибами помещений испытывают дискомфорт и широкий спектр симптомов аллергии. При этом перечень видов микромицетов, обнаруживаемых в жилых помещениях, мог различаться в зависимости от типа пораженных отделочных или строительных материалов. На строительных и отделочных материалах нового поколения могут развиваться различные группы грибов-биодеструкторов – те, что обладают повышенной способностью к деструкции целлюлозы (на бумаге, гипсокартоне, обоях, фанере, древесине) – *Chaetomium*, *Trichoderma*, *Stachybotrys*, те, что разрушают полимеры, резину – *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, и неспецифичные виды, способные утилизировать широкий спектр субстратов.

В наших исследованиях выявлено, что наиболее частыми обитателями внутренней среды жилых помещений являются представители родов *Penicillium*, *Cladosporium* (порядка 95% помещений), представители родов *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Stachybotrys*, *Mucor*, *Rhizopus* встречаются в ~ 45% помещений, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Trichotecium*, *Ulocladium* – в ~30% помещений.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что основной причиной выявляемых биопоражений являются нарушения при строительстве или эксплуатации современных объектов, выполненных из новых материалов по новым технологиям. Современные строительные и отделочные материалы на основе картона, гипсовых смесей, полимеров представляют собой более благоприятную среду, чем традиционные материалы на основе цементных смесей, кирпича и древесины. Известно, что грибы-биодеструкторы развиваются более активно на гипсовых строительных материалах. Так, широко вошли в практику многослойные и каркасные конструкции, выполняемые посредством создания «слоеного пирога» из различных каркасных и листовых материалов. Несомненные плюсы такой технологии строительства (скорость, дешевизна) зачастую перекрываются отрицательной стороной: невозможностью контролировать внутреннее состояние материалов при возникновении аварийных событий, эксплуатационных или строительных нарушениях. Для примера можно привести многослойные кровельные и фасадные конструкции, а также практику возведения гипсокартонных каркасных перегородок в квартирах и укладку многослойных

напольных покрытий. При скрытых протечках через фасады, или от внутридомовых коммуникаций, очаги биопоражения годами могут развиваться под слоем отделочных и строительных материалов, внутри каркасных конструкций, пока не становятся заметны невооруженным глазом с внешней стороны материала, либо пока жители не начинают испытывать симптомы сильной аллергии и не обращаются за микологическим обследованием. В загородных домах каркасной конструкции чаще всего встречаются случаи намокания и биопоражения такого материала, как ОСП (OSB) или SIP-панели. Намокание может происходить как в процессе постройки (и после обшивки отделочными материалами создается парниковый эффект, конструкции не могут своевременно просохнуть и массово поражаются грибами), так и в уже готовом доме после аварийных событий (протечек и т.п.). Нами описан случай, когда в каркасном доме на монолитном фундаменте (плита) в течение года происходила слабая утечка воды из трещины трубопровода, что привело к распространению влаги по всему периметру постройки и массовому биопоражению внутренних частей каркасных конструкций. В силу особенностей конструкции такие объекты практически невозможно восстановить или эффективно обработать против плесени. Это связано с тем, что аллергенами являются компоненты клеточной стенки грибов, и их аллергенность не связана с жизнеспособностью грибов. Поэтому, если полностью не удалить пораженные материалы, в помещении будет сохраняться повышенный уровень грибных аллергенов, что чревато развитием микогенной сенсибилизации.

Показатели частоты сенсибилизации к грибам при различных аллергических заболеваниях варьируют в широких пределах (от 12 до 60%) в зависимости от рода гриба и принадлежности пациента к группе риска по атопии [34]. Моносенсибилизация у пациентов с респираторными аллергическими заболеваниями встречается реже, чем полисенсибилизация. Как правило, при первом типе аллергических (атопических, IgE-зависимых) заболеваний этиотропным фактором являются несколько аллергенов. Перекрестные аллергические реакции на плесневые грибы характерны между родами и видами. К основным заболеваниям, вызванным микогенной сенсибилизацией, относятся: бронхиальная астма, аллергический ринит, пищевая аллергия, контактная аллергия и перекрестная лекарственная аллергия на антибактериальные препараты грибкового происхождения. Клинические симптомы этих заболеваний могут проявляться сезонно и круглогодично. Круглогодично респираторные симптомы аллергии могут беспокоить людей, внутри жилых или промышленных помещений в которых ежедневно происходит контаминация грибов. В

случае грибкового поражения производственного помещения может развиваться профессиональная бронхиальная астма. К группе риска развития такой астмы относятся работники винодельческих и пивоваренных производств, птицефабрик и животноводческих ферм, производства сыров и комбикормов.

В случае поражения жилого помещения сенсибилизация к грибам формируется при ежедневном бытовом контакте. Определенной сложностью оценки причинно-значимого грибкового аллергена является смена жилых помещений, разная степень зараженности которых оказывает влияние на состояние здоровья человека. В жилых помещениях источником заражения строений могут быть комнатные цветы, пораженные продукты, кондиционеры, вентиляционные системы, протечки в санузлах и др. Сезонное проявление грибковой аллергии связано с одновременным периодом максимального пыления растений из семейства злаковых (рожь, ежа, пшеница), сложноцветных (амброзии, полыни и лебеда) и периодом активного спороношения грибов рода *Cladosporium* и *Alternaria*. Особенностью респираторных проявлений аллергии, связанной со спорами грибов родов *Penicillium*, *Cladosporium* и *Alternaria* является «наслоение» клинических симптомов поллиноза с мая по ноябрь.

Городская среда с высоким уровнем антропогенной нагрузки и загрязнения является фактором селекции штаммов грибов, устойчивых к различным стрессовым воздействиям [35]. Развитие плесневых грибов на отходах стройматериалов и во внутренней среде жилых помещений приводит к направленному отбору и активному размножению штаммов, обладающих спектром ферментов, наиболее успешно утилизирующих современные материалы. С целью борьбы с биопоражением и для минимизации микологических рисков для жителей городской среды рекомендуется, в первую очередь, соблюдать все необходимые строительные нормы, правила и технологии, не допуская отступлений от проектов и случаев намокания материалов во время строительства. В ситуациях, когда поражение уже имеет место, следует в максимально короткие сроки санировать очаги заражения и удалить все материалы с признаками наличия спороношения грибов. Во время ремонтных работ в таких помещениях нагрузка грибковыми аллергенами значительно увеличивается. В этот период необходимо учитывать причинно-следственную связь между высокой концентрацией спор в помещении и обострением аллергического ринита, конъюнктивита или бронхиальной астмы. Для микогенной бронхиальной астмы характерно более тяжелое течение, частое и быстрое начало обострений с последующей госпитализацией в отделение

реанимации, а также увеличение смертности от астматического статуса.

Ингаляции спор и фрагментов грибов обычно проходят без инвазии, грибы появляются в верхних и нижних путях транзиторно, например, аллергический грибковый синусит. Случаи персистирования и роста грибов характерны для людей с иммунодефицитами. К ним относятся аллергический бронхолегочный аспергиллез, фузариоз, муковисцидоз и др. Во время массивного спороношения, споры и фрагменты грибов могут попадать не только в дыхательные пути, но и заглатываться со слюной или контаминированной спорами слизью из носоглотки. В этом случае наблюдаются как токсические, так и аллергические свойства грибов, проявляющиеся: диареей, тошнотой, рвотой, головной болью, болями в животе. При контакте грибов с кожей, чаще всего развивается крапивница, контактный аллергический дерматит или атопический дерматит.

Принадлежность человека к группе риска по развитию микогенной аллергии оценивается не только условиями труда и быта в пораженном помещении, но и наличием у него в анамнезе других аллергических заболеваний. Гиподиагностика сенсibilизации к грибам повсеместна, т.к. грибы зачастую не учитываются в качестве этиологического фактора. Объясняется это рядом факторов: ограниченное количество узких специалистов, занимающихся этой проблемой, ограниченный перечень инструментов для диагностики пораженных помещений. В аллергологии-иммунологии РФ нет стандартизированных и разрешенных к применению диагностических водно-солевых растворов грибковых аллергенов для выявления сенсibilизации у пациентов *in vivo*. Основными инструментами диагностики грибковой аллергии в настоящее время являются тесты *in vitro* (определение в сыворотке крови специфических антител к грибам) и аллергологический анамнез пациента.

Выводы: в динамично развивающейся антропогенной среде необходимо учитывать и фактор микологического риска, заключающийся в способности микроскопических грибов к быстрой адаптации к новым субстратам и к их способности захватывать новые экологические ниши, тесно пересекающиеся со средой обитания человека. Возрастающие экологические нагрузки на организм современного человека, и особенно на иммунную систему, в немалой степени обусловлены воздействием микроорганизмов, среди которых грибы играют важную роль. Только знание механизмов колонизации субстратов и экологии грибов может помочь грамотно избежать микологических рисков для здоровья современного жителя мегаполиса.

Работа выполнена в рамках плановой темы БИН РАН «Биоразнообразие и пространственная структура

сообществ грибов и миксомицетов в природных и антропогенных экосистемах» №01201255604.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Уханова, О.П. Аэроаллергены: учебно-методическое пособие / О.П. Уханова, Е.В. Богомолова – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. 44 с.
2. Богомолова, Е.В. и др. Микроскопические грибы в воздушной среде Санкт-Петербурга / Под ред. М.А. Бондарцевой. – СПб.: Химиздат, 2012. 215 с.
3. Богомолова, Е.В. Биопоражение внутренней среды жилищ потенциально аллергенными микроскопическими грибами как фактор риска для здоровья / Е.В. Богомолова, О.П. Уханова // Российский аллергологический журнал. 2013. №4. С. 13-17.
4. Чуприна, О.В. Эколого-гигиеническая оценка микологической обсемененности жилой среды. Дисс. на соискание уч. степ. к.м.н. – М., 2006. 131 с.
5. Козлова, Я.И. Микогенная аллергия у жителей помещений, пораженных микромицетами. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. к.м.н. – СПб, 2008. 24 с.
6. Марфенина, О.Е. Потенциально патогенные мицелиальные грибы в среде обитания человека. Современные тенденции / В Н.: Микология сегодня (под ред. Ю.Т. Дьякова, Ю.В. Сергеева). Т. 1. / О.Е. Марфенина, Г.М. Фомичева. – М.: Национальная академия микологии, 2007. С. 235-266.
7. Озерская, С.М. Патогенные грибы: категоризация биологического риска и разнообразие / В Н.: Микология сегодня (под ред. Ю.Т. Дьякова, Ю.В. Сергеева). Т. 1. / С.М. Озерская, Н.Е. Иванушкина, Г.А. Кочкина. – М.: Национальная академия микологии, 2007. С. 268-282.
8. Озерская, С.М. Микроскопические грибы в связи с проблемами биологической безопасности (обзор) / С.М. Озерская, Н.Е. Иванушкина, Г.А. Кочкина // Проблемы медицинской микологии. 2011. Т. 13(3). С. 3-12.
9. Fischer, G. Relevance of airborne fungi and their secondary metabolites for environmental, occupational and indoor hygiene / G. Fischer, W. Dott // Arch. Microbiol. 2003. V. 179(2). P. 75-82.
10. Руководство ВОЗ по качеству воздуха в помещениях: сырость и плесень. 2009.
11. Петрова-Никитина, А.Д. Микобиота домашней пыли г. Москвы / А.Д. Петрова-Никитина, В.Л. Мокеева, Т.М. Желтикова и др. // Микология и фитопатология. 2000. Т. 34 (3). С. 25-33.
12. Самтон, Д. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов (Пер. с англ.) / Д. Самтон, А. Фотергилл, М. Ринальди. – М.: Издательство Мир, 2001. 468 с.
13. Аак, О.В. Аллергены грибов. Особенности микогенной сенсibilизации (обзор) // Пробл. Мед. микологии. 2005. Т. 7(2). С. 12-16.
14. Елинов, Н.П. Микоаллергены / В Н.: Общая аллергология (под ред. Г.Б. Федосеева). Т. 1. – СПб: Нордмед-Издат, 2001. С. 98-113.
15. Zureik, M. Sensitisation to airborne moulds and severity of asthma: cross sectional study from European Community respiratory health survey / M. Zureik, C. Neukirch, B. Leynaert et al. / Brit. Med. J. 2002. Vol. 325. P. 411-414.

16. Kurup, V.P. Immunobiology of fungal allergens / V.P. Kurup, H.-D. Shen, H. Vijay // *Int. Arch. Allergy Immunol.* 2002. Vol. 129. P. 181-188.
17. Greenberger, P.A. Allergic bronchopulmonary aspergillosis // *J. Allergy Clin. Immunol.* 2002. Vol. 110, №5. P. 685-692.
18. Lee, S.K. Hypersensitivity pneumonitis caused by *Fusarium napiforme* in a home environment / S.K. Lee, S.S. Kim, D.H. Nahm et al. // *Allergy.* 2000. Vol. 55. P. 1190-1193.
19. Faergemann, J. Atopic dermatitis and fungi // *Clin. Microbiol. Rev.* 2002. Vol. 15, №4. P. 545-563.
20. Allergen nomenclature IUIS Allergen Nomenclature Sub-Committee // <http://www.allergen.org/index.php>
21. Frew, A.J. Mold allergy: Some progress made, more needed // *J. Allergy Clin. Immunol.* 2004. Vol. 113, №2. P. 216-218.
22. Horner, W.E. Fungal allergens / W.E. Horner, A. Helbling, J.E. Salvaggio, S.B. Lehrer // *Microbiol. Rev.* 1995. Vol. 8, №2. P. 161-179.
23. Елинов, Н.П. Токсигенные грибы в патологии человека // *Пробл. Мед. микологии.* 2002. Т. 4(4). С. 3-7.
24. Тутельян, В.А. Микотоксины (Медицинские и биологические аспекты) / В.А. Тутельян, Л.В. Кравченко. – М.: Медицина, 1985. 320 с.
25. Тутельян, В.А. Микотоксины / В. Н.: Микология сегодня (под ред. Ю.Т. Дьякова, Ю.В. Сергеева). Т. 1 / В.А. Тутельян, Л.В. Кравченко, А.Ю. Сергеев. – М.: Национальная академия микологии, 2007. С. 283-304.
26. Marasas, W.F.O. Mycotoxicology – Introduction to the mycology, plant pathology, chemistry, toxicology and pathology of naturally occurring mycotoxins in animals and man / W.F.O. Marasas, P.E. Nelson. – Pennsylvania State University Press, University Park and London, 1987. 102 p.
27. Gutarowska, B. Methods of mycological analysis in buildings / B. Gutarowska, M. Piotrowska // *Building and Environment.* 2007. Vol. 42. P. 1843-1850.
28. Кулько, А.Б. Атлас условно-патогенных грибов рода *Aspergillus* – возбудителей бронхолегочных инфекций. – М.: МНПЦБТ, 2012. 160 с.
29. Dvorackova, I. Evidence for aflatoxin B1 in two cases of lung cancer in man / I. Dvorackova, C. Stora, N. Ayraud // *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology.* 1981. Vol. 100. P. 221-224.
30. Hayes, R.B. Aflatoxin exposures in the industrial setting: an epidemiological study of mortality / B.B. Hayes, J.P. van Niewenhuize, J.W. Raatgever, F.J.W. Kate // *Food and Chemical Toxicology.* 1984. Vol. 22. P. 39-44.
31. Matysik, S. Determination of volatile metabolites originating from mould growth on wall paper and synthetic media / S. Matysik, O. Herbarth, A. Mueller // *J. of Microbiological Methods.* 2008. Vol. 75. P. 182-187.
32. Olsen, J.H. Cancer risk and occupational exposure to aflatoxins in Denmark / J.H. Olsen, L. Dragsted, H. Autrup // *British Journal of Cancer.* 1988. Vol. 58. P. 392-396.
33. Wady, L. Determination of microbial volatile organic compounds adsorbed on house dust particles and gypsum board using SPME/GC-MS / L. Wady, L. Larsson // *Indoor Air.* 2005. Vol. 15. P. 27-32.
34. Царев, С.В. Успехи медицинской микологии. – М.: 2013. Т. 11. С. 266.
35. Марфенина, О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. – М.: Медицина для всех, 2005. 196 с.

MYCOLOGICAL RISK FACTORS IN THE URBAN ENVIRONMENT

© 2016 E.V. Bogomolova¹, O.P. Ukhanova², I.V. Saneeva³

¹ Botanical Institute named after V.L. Komarov RAS

² Stavropol Regional Clinical Hospital

³ JSC "Mikosfera"

The risks for human health person in the urban environment bound to ascending of quantity of situations of a mould lesion of rooms internal medium are discussed. Fungal allergens, the main representatives of micromycetes biodestructors with allergenic and toxicogenic properties are considered. One of the reasons leading to augmentation of mycogenic load at human health is the introduction of new materials and technologies in construction which owing to imperfection of use become favorable medium for development of mould biolesions of inhabited medium.

Key words: *mycology, mould fungi, aero mycology, allergens, mycotoxins, biolesion, rooms internal medium, human ecology*

Evgeniya Bogomolova, Candidate of Biology, Senior Research Fellow at the Laboratory of Fungal Systematics and Geography. E-mail: fungi@yandex.ru
Olga Ukhanova, Doctor of Medicine, Professor at the Immunology Department
Irina Saneeva, Mycologist