

## ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ТОКСИГЕННОГО ГРИБА *STACHYBOTRYS CHARTARUM* В БИОПОРАЖЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ МОСКВЫ И САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

© 2019 г. Е. В. Богомолова\*

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 197376 Санкт-Петербург, Россия

\* E-mail: fungi@yandex.ru

Поступила в редакцию 01.11.2017 г.

После доработки 15.04.2018 г.

Принята к публикации 29.05.2018 г.

Представлены результаты 5-летнего мониторинга встречаемости токсигенного гриба *Stachybotrys chartarum* в жилых и общественных помещениях Москвы и Санкт-Петербурга. Этот опасный микромицет присутствует в 22% от всех обследованных биопораженных помещений. В Санкт-Петербурге этот вид встречается чаще (26% помещений), чем в Москве (17%). Определена частота встречаемости *S. chartarum* на отделочных материалах помещений. Существенно чаще он встречался на целлюлозосодержащих субстратах и материалах на основе гипса. Изучена степень перехода спор этого вида в воздушную среду пораженных помещений, что имеет большое значение для оценки рисков пребывания в них людей и разработки микосанитарных норм. Показано, что споры *S. chartarum* обнаруживаются в воздушной среде только в 38% помещений, зараженных этим грибом. Обсуждаются причины биопоражений строительных и отделочных материалов, вызванных *S. chartarum*. 5-летний мониторинг позволил выявить спады и подъемы во встречаемости *S. chartarum* на биоповрежденных материалах. Установлено, что вид встречался в диапазоне от 9 до 33% обследованных помещений, что может быть обусловлено погодными особенностями в этот период в Москве и Санкт-Петербурге.

**Ключевые слова:** биоповреждения, воздух помещений, микотоксины, микромицеты, оппортунистические грибы

**DOI:** 10.1134/S0026364819010045

Проблема биоповреждения жилых и общественных зданий и помещений широко известна и активно изучается, в первую очередь в связи с негативным влиянием грибов-деструкторов различных строительных и отделочных материалов на здоровье человека (Fischer, Dott, 2003; Marfenina, Fomicheva, 2007; Kozlova et al., 2008; Bogomolova et al., 2009; Crook, 2010; Ozerskaya et al., 2011; Andersen, 2011; Haleem Khan, 2012; Dorshakova et al., 2012). Биопоражение в условиях закрытого пространства создает повышенную концентрацию спор микроскопических грибов, большинство из которых являются потенциально патогенными и аллергенными для человека (Bogacka, 2008; World Health Organization, 2009; Ozerskaya et al., 2011; Dorshakova, 2011; Dorshakova et al., 2012). В ряде стран существуют нормативы, позволяющие оценивать численность этих грибов в жилых помещениях (Vasilieva et al., 2009; Zheltikova, 2009; Ozerskaya et al., 2011). В России до сих пор отсутствуют законодательно принятые нормативы и ПДК пропагул (спор и фрагментов мицелия) микромицетов в воздухе жилых и общественных помещений (Vasilieva et al., 2009; Zheltikova, 2009; Ozerskaya et al., 2011; Bogomolova, 2017), что серьезно осложняет задачу по оценке рисков пребывания людей в зараженных помещениях.

Одним из наиболее опасных для человека плесневых грибов, развивающихся в качестве биодеструкторов во внутренней среде зданий, является *Stachybotrys chartarum*. Он известен как продуцент множества аллергенов и микотоксинов, таких как стахилизины, атраноны, трихотецены (веррукарины, роридины, сатратоксины) (Pestka et al., 2008; Bloom et al. 2009a, 2009b; Dorshakova, 2011; Miller, McMullin, 2014). *S. chartarum* вызывает стахиботриотоксикозы человека и животных (Zaychenko et al., 2008; Ivanov et al., 2010). Его микотоксины оказывают на организм человека нейротоксическое и цитотоксическое воздействие, а спиролактоны и спиролактамы, как полагают, обладают и иммуносупрессивными свойствами (Pestka et al., 2008). Наибольшую опасность для здоровья людей, длительное время находящихся в помещениях, контаминированных *Stachybotrys* spp., представляют трихотеценовые микотоксины, которые проявляют сильное цитотоксическое действие (Pestka et al., 2008). Отравление микотоксинами может возникать при длительном пребывании в помещениях, зараженных этими грибами, и при контакте кожи и органов дыхания со спорами *S. chartarum* (Crook, 2010, Mussalo-Rauhamaa et al., 2010). Согласно классификации основных микромицетов-биодеструкторов в Санкт-Петербур-

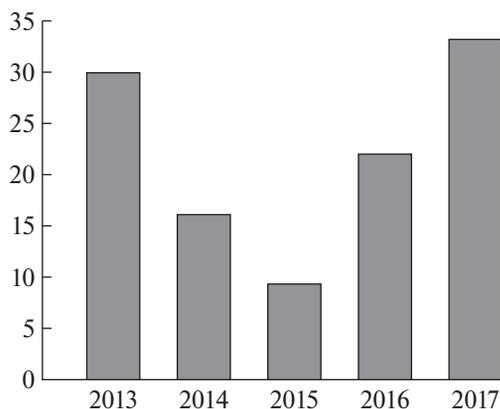


Рис. 1. Встречаемость *Stachybotrys chartarum* (%) в совокупности обследованных помещений по Москве и Санкт-Петербургу.

бурге, приведенной в РВСН 20-01-2006 (RVSН, 2006,) *S. chartarum* отнесен к очень агрессивным и часто встречающимся видам.

Институт медицинской микологии им. П.Н. Кашкина неоднократно предпринимал попытки создания российских нормативов по содержанию плесневых грибов в жилой среде (Dorshakova et al., 2012; Bogomolova, 2017; Dorshakova, 2011, 2018). Специалисты института настаивают на отдельном гигиеническом нормативе по содержанию *S. chartarum* в воздухе помещений. Предполагаемый норматив предусматривает в качестве допустимого нулевой уровень содержания данного токсигенного вида в жилой среде. Токсичное действие *S. chartarum*, связанное с продукцией трихотеценовых микотоксинов, указано в «Рекомендациях ВОЗ по качеству воздуха в помещениях. Сырость и плесень» (World Health Organization, 2009). Некоторые нормативные акты США предусматривают пороговый уровень не более 50 КОЕ/м<sup>3</sup> воздуха, поскольку *S. chartarum* опасен для здоровья людей по причине гемолитического, аллергенного и иммуносупрессивного действия его метаболитов (Centers for Disease Control and Prevention, 2000).

Для обоснования российского норматива необходима экспериментальная и статистическая база данных о встречаемости этого опасного вида грибов в помещениях и особенностях его развития как биодеструктора. До настоящего времени масштабных мониторинговых исследований встречаемости *S. chartarum* в жилой среде не проводили.

Целью исследования был мониторинговый сбор и анализ данных о встречаемости *S. chartarum* в жилых и общественных помещениях двух крупнейших мегаполисов России – Москвы и Санкт-Петербурга.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на базе результатов обследований жилых и общественных помещений Москвы и Санкт-Петербурга в период 2013–2017 гг., всего было обследовано 749 помещений с имеющимися плесневыми биоповреждениями, из них 359 помещений в Санкт-Петербурге и 390 помещений в Москве. В среднем исследовалось по  $150 \pm 30$  помещений в год, равномерно в течение года. Изучали образцы пораженных отделочных материалов методом прямой микроскопии и посева на питательные среды, а также исследовали посева из воздуха (для культивирования использовали стандартные среды агар Чапека, мальц-агар, агар Сабуро). Посевы из воздуха выполняли методом седиментации или при помощи пробоотборника ПУ-1Б. Видовая идентификация осуществлялась на основе морфолого-культуральных признаков. Присутствие грибов *S. chartarum* было установлено в 152 помещениях (94 в Санкт-Петербурге и 58 в Москве). Фиксировали виды отделочных материалов, на которых развивались колонии грибов. Численность КОЕ грибов-биодеструкторов в данном исследовании не анализировали, однако во всех случаях она была не менее  $1 \times 10^3$  КОЕ/дм<sup>2</sup> поверхности и не менее 100 КОЕ/м<sup>3</sup> воздуха.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено, что встречаемость *S. chartarum* в помещениях имеет подъемы и снижения в разные годы (рис. 1). В 2017 г. его средняя встречаемость по Москве и Санкт-Петербургу была наибольшей за 5 лет и составила 33% от обследованных биопораженных помещений. Наименьшей она была в 2015 г., когда *S. chartarum* обнаруживали только в 9% помещений.

В среднем за 5 лет встречаемость помещений со стахиботрисом среди всех биоповрежденных помещений составила 22%, при этом в Санкт-Петербурге их было 25.6%, а в Москве – 17.4% (рис. 2).

Анализ распространенности *S. chartarum* на различных отделочных материалах и в воздушной среде показал, что наиболее часто этот вид поражает целлюлозосодержащие субстраты – обои, гипсокартон, а также гипсовые смеси (гипсокартон, шпаклевки и штукатурки на гипсовой основе). Суммарно на долю таких материалов приходится 65% от всех материалов, поражаемых *S. chartarum* (рис. 3). Из 152 помещений Москвы и Санкт-Петербурга, где был выявлен *S. chartarum*, в воздухе он был обнаружен только в 58 из них (38%) (рис. 3).

Установлено, что главным условием развития биопоражений с участием *S. chartarum* было значительное увеличение влажности строительных и отделочных материалов в помещениях (рис. 4). В большинстве случаев это были протечки, аварий-

ные залития водой и другие события аналогичного характера, приводящие к сильному длительному повышению влажности субстрата. Значительно реже обнаруживали поражения стахиботрисом, вызванные периодической конденсацией влаги на переохлаждающихся частях конструкций (сезонное явление).

Прослеживается взаимосвязь между среднегодовым количеством осадков (<http://meteo9.ru>) и встречаемостью *S. chartarum* в помещениях. В более сухие годы встречаемость *S. chartarum* в них снижалась, а в годы с большим среднегодовым количеством осадков – возрастала (рис. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами данные о встречаемости *S. chartarum* в биопораженных помещениях Санкт-Петербурга (25.6%) согласуются с результатами других авторов (Dorshakova et al., 2012; Dorshakova, 2018), которые обнаруживали этот вид в 23% обследованных помещений. По Москве аналогичных данных для сравнения не имеется. В нашем исследовании выявлена более низкая распространенность *S. chartarum* в этом мегаполисе (17.4%). Это может быть связано с тем, что в Москве сравнительно более теплый и сухой климат, согласно метеоданным. В то же время, *S. chartarum* плохо переносит периодическое пересыхание материалов, интенсивно растет в условиях постоянной высокой влажности. Типичным местообитанием этого вида является пространство под обоями или внутренняя сторона гипсокартонных листов, то есть места, где создается парниковый эффект. Литературные данные подтверждают это наблюдение (Andersen et al., 2002; Bloom et al., 2009 a, 2009b; Johansson et al., 2012). Согласно “Рекомендациям ВОЗ по качеству воздуха в помещениях. Сырость и плесень” (WHO, 2009), *S. chartarum* отнесен к третичным колонизаторам, поражающим субстраты внутри помещений, водная активность которых составляет более 0.90 (Frazer et al., 2011).

Различия во встречаемости *S. chartarum* в помещениях в разные годы (рис. 1, 2) действительно могут иметь климатическое обоснование. Оно продемонстрировано нами путем сравнения графиков среднегодового количества осадков и встречаемости *S. chartarum* в помещениях Москвы и Санкт-Петербурга (рис. 5). В более сухие годы встречаемость *S. chartarum* во внутренней среде помещений в качестве биодеструктора снижалась, а в годы с большим среднегодовым количеством осадков – возрастала.

*S. chartarum* часто встречался на целлюлозосодержащих отделочных материалах – таких как обои, гипсокартон (рис. 3), что обусловлено наличием у него целлюлазной активности (Andersen et al., 2002; Pestka et al., 2008). Микромицеты рода

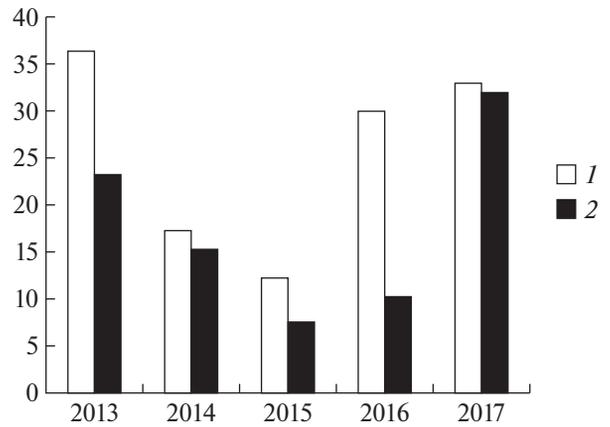


Рис. 2. Относительная встречаемость *Stachybotrys chartarum* в помещениях (% от обследованных помещений по Санкт-Петербургу и Москве): 1 – Санкт-Петербург, 2 – Москва.

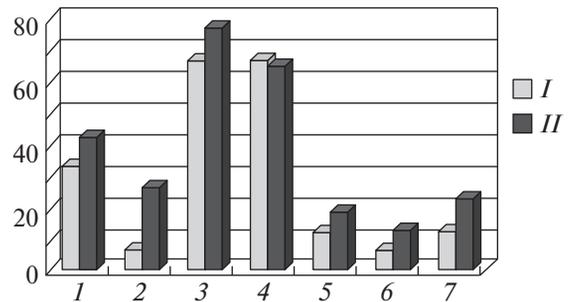


Рис. 3. Материалы и среды, на которых развивается *Stachybotrys chartarum* (% помещений от всех помещений, где был встречен данный вид): 1 – воздух, 2 – гипсокартон, 3 – обои, 4 – гипс, 5 – цемент, 6 – фанера, 7 – древесина. I – Москва, II – Санкт-Петербург.

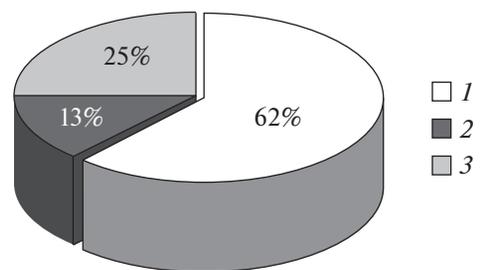


Рис. 4. Причины, наиболее часто вызывающие поражение отделочных материалов *Stachybotrys chartarum*: 1 – протечка, 2 – конденсат, 3 – гидроизоляция.

*Stachybotrys* – целлюлозоразрушающие грибы, широко распространенные в природе сапротрофы на растительных остатках (Elanskiy et al., 2004) и на строительных и отделочных материалах. Частая встречаемость *S. chartarum* на гипсовых и целлюлозосодержащих отделочных и строительных ма-

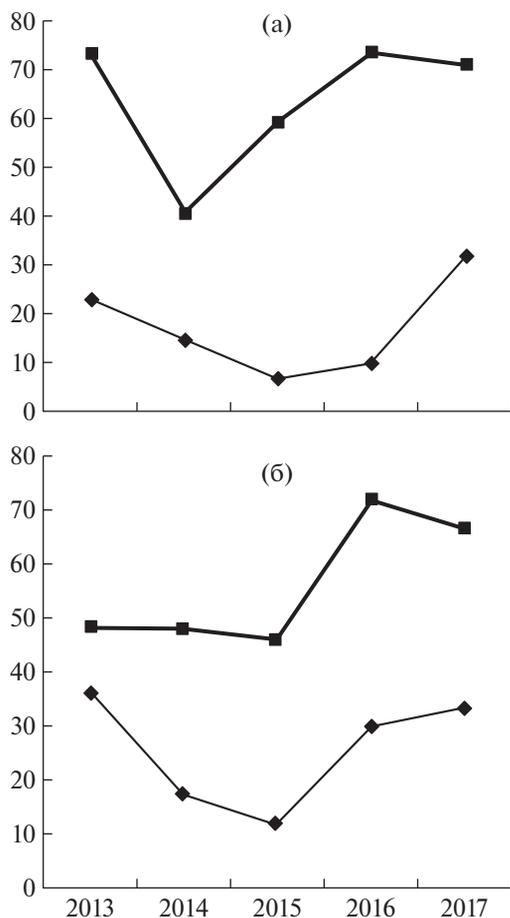


Рис. 5. Встречаемость *Stachybotrys chartarum* (% , верхние графики) в помещениях Москвы (а) и Санкт-Петербурга (б) на фоне колебаний среднегодового количества осадков (мм, нижние графики).

териалах, кроме того, может быть связана с их высокой гигроскопичностью.

Важным наблюдением является то, что *S. chartarum* в пораженных им помещениях переходит в воздушную среду только в 38% случаев, то есть значительно меньше, чем многие другие биоструктуры. Споры видов родов *Aspergillus*, *Penicillium* переходят в воздух практически в 100% случаев поражения материалов (согласно нашим наблюдениям). Вероятно, это объясняется более крупным размером спор данного вида и особенностями конидиогенеза. Кроме того, необходимо учитывать, что на некоторых питательных средах (например, на стандартных средах Чапека и Чапека–Докса) всхожесть спор *S. chartarum* может быть ниже, чем их реальная численность. Мы применяли различные среды, что повышало вероятность выявления *S. chartarum* в воздухе. Наши результаты хорошо согласуются с данными Е.В. Доршаковой (Dorshakova, 2018), по которым *S. chartarum*

переходил с отделочных материалов в воздух в 32% помещений.

Для разработки нормативной базы по оценке микросанитарного состояния помещений важно обнаружение даже единичных спор и фрагментов мицелия этого токсигенного вида. Перенос вырабатываемых им трихотеценовых микотоксинов может происходить по воздуху и контактными путем не только с конидиями, но и за счет мельчайших фрагментов грибной клетки и частиц пыли, содержащих эти токсины (Gottschalk et al., 2008). Количество мельчайших частиц, переносимых трихотецены, может превышать количество спор в 300 раз, что негативно влияет на здоровье людей.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о том, что *S. chartarum* встречается в 22% биопораженных помещений Москвы и Санкт-Петербурга. Более частая его встречаемость в Санкт-Петербурге (26% против 17% в Москве) говорит о возможной климатической приуроченности, основанной на его физиологических особенностях. Установлена степень перехода спор из очагов поражения материалов в воздушную среду (в 38% случаев от общего числа пораженных этим видом помещений). Начатые исследования требуют продолжения и более углубленного анализа особенностей развития *S. chartarum* как агента биоповреждения строительных и отделочных материалов. Очевидна также необходимость разработки отечественных нормативов по содержанию аллергенных и токсигенных микромицетов в воздушной среде.

Работа выполнена в рамках государственного задания БИН РАН по плановой теме АААА-А18-118031290108-6 “Биоразнообразие и пространственная структура сообществ грибов и миксомицетов в природных и антропогенных экосистемах”.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Andersen B., Frisvad J.C., Søndergaard I.B. Associations between fungal species and water damaged building materials. Appl. Environ. Microbiol. 2011. V. 77 (12). P. 4180–4188.
- Andersen B., Nielsen K.F., Jarvis B.B. Characterization of *Stachybotrys* from water-damaged buildings based on morphology, growth, and metabolite production. Mycologia. 2002. V. 94 (3). P. 392–403.
- Betancourt D.A., Dean T.R., Menetrez M.Y. Characterization of microbial volatile organic compounds (MVOC) emitted by *Stachybotrys chartarum*. Proceedings of the A and WMA Indoor Environmental Quality: Problems, Research and Solutions Conference. 2006. V. 1 (17). P. 143–152.
- Bloom E., Grimsley L.F., Pehrson C. Molds and mycotoxins in dust from water-damaged homes in New Orleans after hurricane Katrina. Indoor Air. 2009a. V. 19 (2). P. 153–158.

- Bloom E., Nyman E., Must A. Molds and mycotoxins in indoor environments – a survey in water-damaged buildings. Journal of occupational and environmental hygiene. 2009b. V. 6. P. 671–678.
- Bogacka E. Mould allergy: diagnosis and treatment. Polski Merkuriusz Lekarski. 2008. V. 24(1). P. 11–14.
- Bogomolova T.S. Problems of rules and regulations development for microfungi control in living premises. A report at the conference “Biodestruction of building constructions”, St.Petersburg, Polytechnical University. SPb., 2017 (in Russ.).
- Bogomolova E.V., Kirtsideli I.Yu., Minenko E.A. Potentially dangerous microfungi from dwelling houses. Mikologiya i fitopatologiya. 2009. V. 43 (6). P. 506–513 (in Russ.).
- Burge H.A. Fungus allergens. Clin. Rev. Allergy. 1985. V. 3 (3). P. 319–329.
- Centers for disease control and prevention (CDC) Update: Pulmonary hemorrhage/hemosiderosis among infants. Cleveland, Ohio, 1993–1996. J. Am. Medical Association. 2000. V. 283 (15). P. 1951–1953.
- Crook B., Burton N.C. Indoor moulds, sick building syndrome and building related illness. Fungal Biology Rev. 2010. V. 24 (3). P. 106–113.
- Davis P.J. Molds, toxic molds, and indoor air quality. 2018. <http://www.library.ca.gov/crb/01/notes/v8n1.pdf> 1–18.
- Dorshakova E.V. Morphological and physiological peculiarities of toxin-producing fungi-biodestructors from the genus *Stachybotrys*. Problemy meditsinskoy mikologii. 2011. V. 13 (3). P. 13–21 (in Russ.).
- Dorshakova E.V. Morphological and physiological peculiarities of toxin-producing fungi-biodestructors from the genus *Stachybotrys*. Cand. Biol. thesis. SPb., 2018 (in Russ.).
- Dorshakova E.V., Elinov N.P., Bogomolova T.S., Bosak I.A. Activity of some metabolites of *Stachybotrys* spp. against *Paramecium caudatum*. Problemy meditsinskoy mikologii. 2012. V. 14 (2). P. 81 (in Russ.).
- Dorshakova E.V., Elinov N.P., Pavlova I.E., Bogomolova N.S., Chilina G.A., Vasilyeva N.V. Micromycetes in natural environments and in the indoor environments – potential danger for human health. Problemy meditsinskoy mikologii. 2012. V. 14 (3). P. 53–58 (in Russ.).
- Elansky S.N., Petrinina Ya.V., Lavrova O.I. A comparative analysis of Russian strains of *Stachybotrys chartarum*. Mikrobiologiya. 2004. V. 73 (1). P. 73–79 (in Russ.).
- Fischer G., Dott W. Relevance of airborne fungi and their secondary metabolites for environmental, occupational and indoor hygiene. Arch. Microbiol. 2003. V. 179 (2). P. 75–82.
- Frazer S., Naresh M., Aldred D. The influence of water activity and temperature on germination, growth and sporulation of *Stachybotrys chartarum* strains // Mycopathologia. 2011. V. 172. P.17–23.
- Gottschalk C., Bauer G., Meyer K. Detection of satratoxin G and H in indoor air from a water-damaged building. Mycopathologia. 2008. V. 166 (2). P. 103–107.
- Haleem Khan A.A., Mohan Karuppaiyl S. Fungal pollution of indoor environments and its management. Saudi J. Biol. Sci. 2012. V. 19 (4). P. 405–426.
- Ivanov A.V., Fisinin V.I., Tremasov M.Ya. Mycotoxycoses (biological and veterinary aspects). Moscow, Kolos, 2010 (in Russ.).
- Ivanova A.E., Sukhanova I.S., Marfenina O.E. Functional diversity of microfungi in urban soils of different age. Mikologiya i fitopatologiya. 2008. V. 42 (5). P. 450–460 (in Russ.).
- Johansson P., Ekstrand-Tobin A., Svensson T., Bok G. Laboratory study to determine the critical moisture level for mould growth on building materials. Int. Biodet. Biodegr. 2012. V. 73. P. 23–32.
- Kozlova Ya.I., Vasilyeva N.V., Chilina G.A. Mycoallergy of biodeteriorated premises residents. Problemy meditsinskoy mikologii. 2008. V. 2 (10). P. 17–21.
- Kuhn D.M., Ghannoum M.A. Indoor mold, toxigenic fungi, and *Stachybotrys chartarum*: infectious disease perspective. Clinical Microbiology Reviews. 2003. V. 16 (1). P. 144–172.
- Marfenina O.E., Fomicheva G.M. Potentially pathogenic mycelial fungi in the human environment. Modern tendencies. In: Mikologiya segodnya. Moscow, 2007. P. 235–266.
- Mendell M.G., Mirer A.G., Cheung K. Respiratory and allergic health effects of dampness, mold and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence. Environ. Health Perspect. 2011. V. 119 (6). P. 748.
- Miller J.D., McMullin D.R. Fungal secondary metabolites as harmful indoor air contaminants: 10 years on. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2014. V. 98. P. 9953–9966.
- Moullarat M., Hulin E., Robine S. Airborne fungal volatile organic compounds in rural and urban dwellings: detection of mould contamination in 94 homes determined by visual inspection and airborne fungal volatile organic compounds method. Sci. Tot. Environ. 2011. V. 409 (11). P. 2005–2009.
- Mussalo-Rauhamaa H., Nikulin M., Koukila-Kähkölä P. Health effects of residents exposed to *Stachybotrys* in water-damaged houses in Finland. Indoor Built Environ. 2010. V. 19 (4). P. 476–485.
- Osborne N.J., Thornton C.R., Sharpe R.A. Indoor fungal exposure and allergic respiratory disease. Curr. Allergy Asthma. Rep. 2015. V. 15. P. 71.
- Ozerskaya S.M., Ivanushkina N.E., Kochkina G.A. Microfungi in the context of biosafety challenges (a review). Problemy meditsinskoy mikologii. 2011. V. 13 (3). P. 3–12 (in Russ.).
- Pestka J.J., Yike I., Dearborn D.G. *Stachybotrys chartarum*, trichothecene mycotoxins and damp building related illness: New insights into a public health enigma. Toxicol. Sci. 2008. V. 104. P. 4–26.
- Petrinina S.M., Elansky S.N., Lavrova O.I. The growth of *Stachybotrys chartarum* on the natural and technogenic substrates and strains comparative analysis. Uspekhi meditsinskoy mikologii. Moscow, 2003. P. 164–165. (in Russ.).
- Pettigrew H.D., Selmi C.F., Teuber S.S. Mold and human health: separating the wheat from the chaff. Clin. Rev. Allergy Immunol. 2010. V. 38 (2–3). P. 148–155.
- RVSN 20-01-2006: Regional temporary building regulations. Protection of building constructions from aggres-

- sive chemical and biological environmental impacts. SPb., 2006. 50 p. (in Russ.).
- Vasilieva N.V., Elinov N.P.* Microorganisms-contaminants and pathogens – inductors of the processes of hospital buildings and premises ageing and causal agents of some human diseases (a tutorial). SPb., 2009 (in Russ.).
- WHO Guidelines for indoor air quality: Dampness and mould. World Health Organization, Copenhagen, 2009.
- Zaichenko A.M., Andrienko E.V., Tsyganenko E.S.* Macrocylic trichotecene mycotoxins: a toxicity to warm-blooded animals. *Sovremennye problemy toksikologii*. 2008. V. 4. P. 33–36 (in Russ.).
- Zheltikova T.M.* Threshold of mold spores concentration in buildings. *Problemy meditsinskoy mikologii*. 2009. V. 11 (2). P. 41–43 (in Russ.).
- Богомоллова Е.В., Курцидели И.Ю., Миненко Е.А.* (Bogomolova et al.) Потенциально опасные микромицеты жилых помещений // *Микология и фитопатология*. 2009. Т. 43. Вып. 6. С. 506–513.
- Богомоллова Т.С.* (Bogomolova) Проблемы нормирования микромицетов в жилых помещениях, докл. на конференции “Биоповреждение строительных конструкций”. СПб., Политехнический университет им. Петра Великого, 2017.
- Васильева Н.В., Елинов Н.П.* (Vasilyeva, Elinov) Микроорганизмы-контаминанты и патогены – индукторы процессов старения больничных зданий и помещений медицинского назначения, а также возбудители некоторых заболеваний людей: (учебное пособие). СПб., 2009. 224 с.
- Доршакова Е.В., Елинов Н.П., Павлова И.Э., Богомоллова Т.С., Чилина Г.А., Васильева Н.В.* (Dorshakova et al.) Микромицеты в естественной среде обитания и в помещениях – их потенциальная опасность для здоровья людей // *Проблемы медицинской микологии*. 2012. Т. 14. № 3. С. 53–58.
- Доршакова Е.В.* (Dorshakova) Морфолого-физиологические особенности токсинообразующих грибов – биодеструкторов рода *Stachybotrys* // *Проблемы медицинской микологии*. 2011. Т. 13. № 3. С. 13–21.
- Доршакова Е.В.* (Dorshakova) Морфолого-физиологические особенности токсинообразующих грибов – биодеструкторов рода *Stachybotrys* // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 2018. 26 с.
- Доршакова Е.В., Елинов Н.П., Богомоллова Т.С., Босак И.А.* (Dorshakova et al.) Активность некоторых метаболитов в отношении *Paramecium caudatum* // *Проблемы медицинской микологии*. 2012. Т. 14. № 2. С. 81.
- Еланский С.Н., Петрунина Я.В., Лаврова О.И.* (Elansky et al.) Сравнительный анализ российских штаммов *Stachybotrys chartarum* // *Микробиология*. 2004. Т. 73. Вып. 1. С. 73–79.
- Желтикова Т.М.* (Zheltikova) К вопросу о допустимом уровне микромицетов в воздухе помещений // *Проблемы медицинской микологии*. 2009. Т. 11. № 2. С. 41–43.
- Зайченко А.М., Андриенко Е.В., Цыганенко Е.С.* (Zaichenko et al.) Макроциклические трихотеченовые микотоксины: токсичность для теплокровных // *Современные проблемы токсикологии*. 2008. № 4. С. 33–36.
- Иванов А.В., Фисинин В.И., Трemasов М.Я.* (Ivanov et al.) Микотоксикозы (биологические и ветеринарные аспекты). М.: Колос, 2010. 392 с.
- Иванова А.Е., Суханова И.С., Марфенина О.Е.* (Ivanova et al.) Функциональное разнообразие микроскопических грибов в городских почвах разного возраста формирования // *Микология и фитопатология*. 2008. Т. 42. Вып. 5. С. 450–460.
- Козлова Я.И., Васильева Н.В., Чилина Г.А.* (Kozlova et al.) Микогенная аллергия у жителей помещений, пораженных микромицетами // *Проблемы медицинской микологии*. 2008. Т. 2. № 10. С. 17–21.
- Марфенина О.Е., Фомичева Г.М.* (Marfenina, Fomicheva) Потенциально патогенные мицелиальные грибы в среде обитания человека. Современные тенденции // *Микология сегодня*. Т. 1. М.: Национальная академия микологии, 2007. С. 235–266.
- Озерская С.М., Иванушкина Н.Е., Кочкина Г.А.* (Ozerskaya et al.) Микроскопические грибы в связи с проблемами биологической безопасности (обзор) // *Проблемы медицинской микологии*. 2011. Т. 13 (3). С. 3–12.
- Петрунина Я.В., Еланский С.Н., Лаврова О.И.* (Petrunina et al.) Рост *Stachybotrys chartarum* на природных и техногенных субстратах и сравнительный анализ штаммов // *Успехи медицинской микологии: материалы первого всероссийского конгресса по медицинской микологии*. М.: Национальная академия микологии, 2003. С. 164–165.
- РВСН 20-01-2006С (RVSN 20-01-2006) Региональные временные строительные нормы. Защита строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды. Санкт-Петербург: Правительство Санкт-Петербурга. 2006. 50 с.

## Occurrence of Toxigenic Fungus *Stachybotrys chartarum* in the Biodeteriorated Premises in Moscow and Saint Petersburg

E. V. Bogomolova<sup>#</sup>

Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia

<sup>#</sup> E-mail: fungi@yandex.ru

The results of 5-years-long monitoring study of toxigenic fungus *Stachybotrys chartarum* in the indoor environment of living and public premises in Moscow and St. Petersburg are presented. The evaluation of occurrence of

this dangerous fungus has shown that it occurred in 22% of the total deteriorated premises. It is shown that in St. Petersburg this species is more frequent than in Moscow (25.6 and 17.4%, respectively). Data on anthropogenic substrates which are colonized by *S. chartarum* are given and discussed. Cellulose-containing and gypsum-containing materials are prevailing among other biodeteriorated materials, colonized by *S. chartarum*. The ability of *S. chartarum* to contaminate indoor air in deteriorated premises was investigated. It is shown that only 38% of premises deteriorated by *S. chartarum* demonstrated air contamination by its spores. The data on biodeterioration initial causes are discussed in the way related to *S. chartarum* ecological requirements in the anthropogenic environment. 5-years-long monitoring has allowed to reveal periods of increase and decrease in *S. chartarum* occurrence in the indoor environment (total frequency of occurrence varied from 9 to 33%) and these could be caused by the weather peculiarities in Moscow and St. Petersburg during the study period.

*Key words:* biodeterioration, indoor air, microfungi, mycotoxins, opportunistic fungi