

A. M. Mardanova, M. T. Lutfullin, M. A. Shalavina,  
L. F. Minnullina

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan  
e-mail: mardanovaayslu@mail.ru

## SEARCH AND ISOLATION OF NOVEL BACTERIAL STRAINS WITH ANTIFUNGAL ACTIVITY AGAINST THE PHYTOPATHOGENIC FUNGI *FUSARIUM*

**Summary.** In present work, the isolation of bacteria from soil was performed with the idea of using these strains as biological agents in the integrated management of potato dry rot. Majority of bacterial isolates were identified as members of genus *Bacillus*. The strongest antifungal activity has

been observed for *B. subtilis* (5 strains), *B. weihenstephanensis* and *A. calcoaceticus*. Strains of *B. subtilis* are the most promising due to their ability to produce endospores that help them survive in the soil during long periods.

О. Е. Марфенина, Е. Д. Колосова

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: marfenina@mail.ru

## ГРИБЫ ПРИЗЕМНЫХ СЛОЕВ ВОЗДУХА: ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ\*

Изучение аэромикоты приземных слоев воздуха имеет разноплановое значение и может быть важно при проведении экологических, санитарно-гигиенических и фитопатологических исследований. В настоящее время основное внимание уделяется санитарно-гигиеническим аспектами и проблемам экологии человека. Присутствие грибных диаспор в воздухе, их распространение и состав преимущественно изучается в воздухе помещений с точки зрения оценки опасности грибных спор как возбудителей микозов и аллергий для здоровья людей [5, 7]. С другой стороны, в фитопатологических исследованиях изучалось присутствие в воздухе и перенос диаспор отдельных видов грибов, вызывающих заболевания растений с целью оценки возможности распространения эпифитотий [4].

По сравнению с имеющимися фундаментальными исследованиями наземных и водных грибных сообществ, данных о структуре, закономерностях формирования аэромикоты в разных экологических условиях явно недостаточно. Но очевидно, что формирование приземного аэропланктона на конкретных территориях происходит в зависимости от эколо-

гического состояния наземных экосистем, их климатических и сезонных условий, свойств диаспор в составе аэропланктона и т. д. [3, 9]. Кроме того, с точки зрения экологических функций, можно предположить, что аэромикота приземных слоев воздуха оказывает влияние на формирование грибных сообществ и в других компонентах экосистем. В окружающей среде грибные диаспоры (споры и фрагменты мицелия) являются важными биологическими составляющими приземной пыли. Они могут поступать не только на поверхность растений, но и (сразу или с растительным опадом) на поверхность почвы. И, следовательно, возможно их участие в формировании почвенной микобиоты в результате поступления грибных диаспор при осадении или вымывании из воздуха на почву. Однако такие взаимосвязи между грибами приземных слоев воздуха и почвенной микобиотой никогда не рассматривались.

Для оценки экологической роли аэромикоты в формировании почвенных грибных сообществ необходимо иметь данные о ее составе и биомассе в приземных слоях воздуха, закономерностях динамики поступления на поверхность почвы в разных экосистемах и т. д. То

есть необходим полный анализ содержания и разнообразия грибных диаспор, поступающих на поверхность почвы, их жизнеспособности, возможности развития в условиях данных экотопов. Эти вопросы в мире до настоящего времени не исследованы.

Оценка присутствия грибов в воздухе до сих пор преимущественно проводится при учете содержания культивируемых грибов при выделении на питательные среды или на липких лентах [1, 3, 6]. Оба подхода существенно занижают данные об истинном грибном биоразнообразии и уровне биоагрязнения воздушной пыли. До последнего времени определение состава грибов в воздухе проводилось и по специальным атласам спор. В настоящее время предлагается и использование молекулярных методов [10], однако пробы «грибной пыли» не всегда могут быть достаточны для анализа.

Поэтому к настоящему времени в приземном воздухе наиболее исследован состав культивируемых микроскопических грибов и его динамика. Состав аэромикоты преимущественно представлен несколькими десятками родов, как правило, с доминированием *Cladosporium*, *Alternaria*, имеющих крупные, темноокрашенные споры. Показано, что содержание темноокрашенных спор особенно возрастает в период листопада. Зимой содержание спор грибов в воздухе ниже и споры преимущественно мелких размеров (часто виды *Aspergillus*, *Penicillium*) [2, 8, 10].

Для оценки уровня присутствия, структуры грибного аэропактона приземных слоев воздуха, в том числе и поступающего на поверхность почвы, нами были проведены исследования по определению биомассы, размерной структуры диаспор, состава культивируемых грибов, закономерностей их оседания. Изучение проводили в сезонной динамике в разных биотопах. В задачи исследования входила и оценка грибных диаспор, присутствие которых в воздухе может быть не благоприятно для здоровья человека.

Отбор проб воздуха (1000 л) проводили в осенний период на лесном (березняк) и травянистом (с газонно-злаковой растительностью) участках в Ботаническом саду МГУ импактором ПУ-1Б в 3-кратной повторности у поверхности почвы. Оценивали также поступление

грибных диаспор на поверхность почвы путем седиментации из приземных слоев воздуха и в дождевых осадках, поступающих на почву. Исследование седиментации вели в сезонной динамике на высоте 1,5 м, которая рассматривается как уровень дыхания человека среднего роста. Этот показатель важен и при анализе влияния аэромикоты на здоровье человека. Подсчет проводили люминесцентной микроскопией при окраске грибных диаспор калькофлюором белым.

Нами было установлено, что при прямом учете содержание спор грибов в приземном воздухе на три порядка выше, чем при выделении традиционными методами на питательных средах и составляет до  $165 \cdot 10^3 \pm 20 \cdot 10^3$  диаспор в м<sup>3</sup>. Наибольшее содержание грибов было отмечено в осенний период на лесном участке. Основная часть (до 98,7 %) грибных зачатков в воздухе была представлена спорами. Фрагменты мицелия встречались редко и были преимущественно размером 8–10 мкм.

Относительно влияния метеоусловий на численность аэромикоты литературные данные, полученные при подсчете КОЕ на питательных средах, противоречивы. В наших исследованиях не выявлено влияние средней температуры, относительной влажности, атмосферного давления на общее число грибных диаспор в приземном воздухе на исследованных участках. Но такие связи (значимое уменьшение числа диаспор) были установлены, особенно на открытой территории, при оценке воздействия порывов ветра и средней скорости ветра.

При сопоставлении аэромикоты приземных слоев воздуха на лесной и открытой газонной территории было установлено, что содержание грибных диаспор больше на лесной территории. При оценке пула грибных диаспор, оседающих на поверхность почвы из воздуха, было показано, что наибольшее поступление биомассы ( $4,1 \pm 0,4$  мг/м<sup>2</sup> сутки) отмечалось на исследованных площадках в конце лета, в августе. В этом месяце часто отмечается и максимальная численность грибов в воздухе как следствие метеоусловий и пика развития растительности. Повышенное содержание оседающих диаспор в исследованный период было более выражено на открытой, газонной площад-

ке. В то же время на лесном участке, в отличие от газонного, был отмечен второй максимум грибных диаспор в оседающей пыли в октябре на высоте 1,5 м. Это может быть связано с завершением листопадного периода.

При анализе жидких осадков было установлено, что численность спор составляет до миллионов на м<sup>3</sup>. То есть в осадках происходит существенная концентрация грибных спор из приземного воздуха, что может являться фактором, который, с одной стороны, обеспечивает его очищение, а с другой – поставляет грибные споры на поверхность почвы. Сумми-

руя полученные нами данные по седиментации грибных диаспор на поверхность почвы разными путями (осаждением из приземного воздуха, с дождевыми осадками, с талыми водами) можно получить представление об уровне поступающей на поверхность почвы грибной биомассы. Дальнейшие исследования грибного аэропланктона приземных слоев воздуха могут дать представление о его структуре, численности, временной динамике, способах очищения воздуха. Это важно при оценке экологических и санитарно-гигиенических функций грибного аэропланктона.

### Список литературы

1. Еланский С. Н., Рыжкин Д. В. Концентрация спор грибов в атмосфере г. Москвы в связи с метеопараметрами // Микология и фитопатология. 1999. Т. 33, № 3. С. 188–192.
2. Марфенина О. Е., Макарова Н. В., Иванова А. Е. Оппортунистические грибы в почвах приземных слоев воздуха мегаполиса (на примере района Тушино г. Москвы) // Микология и фитопатология. 2011. Т. 5, № 5. С. 397–407.
3. Awad A. H. A., Gibbs S. G., Tarwater P., Green C. F. Coarse and fine culturable fungal air concentrations in urban and rural homes in Egypt // International J. of Environmental Research and Public Health. 2013. Vol. 10. P. 936–949.
4. Brown J. F., Ogle H. J. Plant pathogens and plant diseases. Roclval Publications, 1997. 550 p.
5. Eduard W. Fungal spores: A critical review of the toxicological and epidemiological evidence as a basis for occupational exposure limit setting // Critical Reviews in Toxicology. 2009. Vol. 39, № 10. P. 799–864.
6. Fang Z., Ouyang Z., Hu L. et al. Culturable airborne fungi in outdoor environments in Beijing, China // Science of The Total Environment. 2005. Vol. 350. P. 47–58.
7. Kolivras K. N., Johnson P. S., Comrie A. C., Yool S. R. Environmental variability and coccidioidomycosis (valley fever) // Aerobiologia. 2001. Vol. 17. P. 31–37.
8. Li De-Wei., Kendrick B. Functional relationships between airborne fungal spores and environmental factors in Kitchener-Waterloo, Ontario, as detected by Canonical correspondence analysis // Grana. 1994. Vol. 33. P. 166–176.
9. Pearce D. A., Bridge P. D., Hughes K. A. et al. Microorganisms in the atmosphere over Antarctica // FEMS Microbiology Ecology. 2009. Vol. 69. P. 143–157.
10. Rogers C. Outdoor airspora: patterns, prevalence and impacts // XVI Congress of European Mycologists. Halkidiki, 2011. P. 73–82.

О. Е. Марфенина, Е. Д. Колосова

Moscow State University by named M. V. Lomonosov, Moscow  
e-mail: marfenina@mail.ru

### FUNGI IN THE SURFACE LAYERS OF THE AIR: THEIR ECOLOGICAL ROLE IN THE ECOSYSTEMS AND PROSPECTS OF RESEARCHES

**Summary.** The ecological role of aeromycota is discussed. The fungal aeroplankton of upper soil air layers could influence on other organisms (plants, animals, humans) and deposited on the soil surface. We investigated the content of the fungal propagules in the surface air and as the deposits on the soil surface at the forest and at the grass ar-

eaas by fluorescent microscopy. In comparison with the investigation on the solid media the number of spores during direct examination was some orders of magnitude higher and amounts to hundreds of thousands spores per cubic meter. In seasonal dynamic the number of fungal spores in the air was usually higher at forest area and less on the grassy

territories. The maximal deposition of fungal spores on the soil surface ( $4.1 \pm 0.4 \text{ mg/m}^2$  per day) was marked in the autumn. According to our pre-

liminary data, in rainwater occurred a significant concentration of fungal spores from the surface air.

Г. М. Мелькумов

Воронежский государственный университет

г. Воронеж, Россия

e-mail: agaricbim86@mail.ru

## АСКОХИТОЗ – ОПАСНОЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

В связи с резко изменяющимися климатическими условиями последних лет (аномальная жара в летние периоды) травянистые растения стали более подвержены влиянию биотических факторов, что ослабляет их и предрасполагает к возникновению патологического процесса различной локализации [1–4].

Среди многочисленных болезней травянистого компонента аскохитоз является весьма распространенным типом поражений вегетативных (листьев, стеблей) и генеративных (семян, плодов) органов растений. Данная болезнь вызывается сумчатыми грибами рода *Ascochyta* Lib., относящихся к классу *Dothideomycetes*, порядку *Pleosporales* и семейству *Pleosporaceae*. При поражении растений на стеблях и листьях появляются округлые или продолговатые пятна желтого, светло-желтого или желто-коричневого цвета с темной каймой по краям и явно заметными пикнидами (спорами в виде черных точек) в центре, иногда они могут иметь серобелый оттенок. Если поражаются семена, то они приобретают морщинистый вид и на них со временем появляются пятна. Плоды либо чернеют и загнивают, либо усыхают и покрываются пикнидами [5].

В статье систематизированы результаты последней ревизии микологической коллекции (VOR) кафедры ботаники и микологии Воронежского государственного университета с учетом данных, приведенных в ряде научных публикаций по теме исследования [6–10]. В результате обработки материала было выявлено 112 видов возбудителей аскохитоза травянистых растений Центрального Черноземья.

Названия таксонов грибов рода *Ascochyta* расположены согласно системе, представленной в 10-м издании «Словаря грибов Айнсворта и Бисби» [11], сокращения авторов даны по работе «Authors of Fungal Names» [12]. Актуальность всех видовых названий грибов выверена с помощью номенклатурной базы данных MycoBank (<http://www.mycobank.org>) (по состоянию на 09.01.2015).

Значительное количество представителей было собрано на территории Воронежской (83 вида; 74,1 % от общего числа видов), Липецкой (49; 43,8 %), Тамбовской (24; 21,4 %), Белгородской (10; 8,9 %) областях, наименьшее – в Курской (7; 6,3 %) областях.

Выявленные виды *Ascochyta* неравномерно распределены по семействам питающих растений. Большинство видов зарегистрировано на представителях семейств *Leguminosae* (24 вида; 21,4 % от общего числа видов), *Compositae*, *Labiatae* (11; 9,8 %), *Gramineae*, *Solanaceae* (9; 8,0 %), *Cucurbitaceae*, *Malvaceae*, *Umbelliferae* (4; 3,6 %), *Aristolochiaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cruciferae*, *Violaceae* (3; 2,7 %), *Alismataceae*, *Caprifoliaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae* (2; 1,8 %). *Amaranthaceae*, *Aprocynaceae*, *Araceae*, *Balsaminaceae*, *Basellaceae*, *Campanulaceae*, *Cannabaceae*, *Celastraceae*, *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Grossulariaceae*, *Hydrangeaceae*, *Loasaceae*, *Plantaginaceae*, *Polemoniaceae*, *Portulacaceae*, *Resedaceae*, *Rosaceae*, *Urticaceae*, *Valerianaceae* содержат по одному виду, что составляет 0,9 %.

По степени специализации выявленные представители *Ascochyta* можно разделить на три группы.