

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ФГБОУ ВО «Ульяновский  
государственный университет»

доктор физико-математических наук,  
профессор Костишко Борис Михайлович



2019 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный университет» на диссертационную работу Попыванова Дмитрия Владимировича «Биоаккумуляция тяжёлых металлов базидиомицетами в условиях урбоэкосистемы», представленную на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология)

Актуальность. Загрязнение городских и природных сред тяжёлыми металлами является одной из негативных черт современного мира. Городская среда представляет собой особую экосистему, которая весьма существенно отличается от природных биогеоценозов по многим параметрам и, в первую очередь, по степени загрязнения тяжёлыми металлами, отличающимися от других поллютантов высокой токсичностью, подвижностью и способностью к биоаккумуляции. Возрастающая интенсивность загрязнения городов тяжёлыми металлами ведёт к снижению биоразнообразия и устойчивости урбоэкосистем. Остро встаёт вопрос о способах эффективной оценки степени загрязнения городских территорий. В растительном покрове городов преобладают искусственно сформированные посадки растений, а природный биологический круговорот регулярно нарушается уборкой опада и подстилки. Формирующаяся в этих условиях микобиота базидиомицетов

резко отличается от зональных природных экосистем и до сих пор мало изучена. Вместе с тем, в литературе неоднократно высказывались предположения, что именно базидиальные грибы, постоянно присутствующие в городских парках и скверах и обладающие высокой биоаккумуляционной способностью, могут выступать как тест-организмы для эффективной оценки степени загрязнения урбоэкосистем тяжёлыми металлами.

В связи с этим исследования, направленные на изучение структурных особенностей сообществ базидиальных макромицетов и их способности аккумулировать ТМ в условиях городской среды, представляются весьма актуальными и своевременными.

Диссертация Д.В. Попыванова изложена на 115 страницах машинописного текста и включает введение, 3 главы, в которых излагается литературный материал и экспериментальные исследования автора, заключение и список литературы, в котором приводится 231 публикация, из них 109 публикаций – на иностранных языках. В качестве иллюстраций материала диссертации содержится 12 таблицы и 17 рисунков. Основные результаты исследований апробированы в докладах на конференциях и симпозиумах, организованных в России. По материалам диссертации опубликовано 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

Работу характеризует хорошее знание предшествующей экспериментальной разработки проблемы, особый акцент сделан на работах отечественных ученых-экологов.

Результаты получены с использованием современных инструментальных методов (световая и люминесцентная микроскопия, атомно-абсорбционная спектроскопия, эксперименты с мицелиальными культурами базидиальных грибов).

## Основные результаты и их значимость

В ходе диссертационных исследований лично автором получены следующие научные результаты: впервые для территории города Кирова изучено видовое разнообразие и эколого-трофическая структура сообщества базидиальных макромицетов. Проведено сопоставление полученных данных с результатами изучения микобиоты в природном лесном массиве вблизи пригородного посёлка Порошино. Установлено, что наибольшей частотой встречаемости в городских парках и скверах характеризуются базидиомицеты ксилотрофных видов, в то время как в лесном массиве подзоны южной тайги виды из разных эколого-трофических групп представлены практически в равном соотношении. Впервые получены сведения о биосорбции  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  в базидиомах грибов, собранных в 6 различных экотопах на территории г. Кирова. Показано, что представители группы микоризообразователей наиболее активно накапливают в плодовых телах цинк и свинец, тогда как подстилочные сапротрофы – медь. Выявлены часто встречающиеся виды-аккумуляторы ТМ, пригодные для биоиндикации и использования в экологическом мониторинге территории города.

В модельных опытах на мицелиальной культуре *Trametes versicolor* БИН 2263 автор впервые количественно описал влияние тяжёлых металлов на рост мицелия гриба в погружённой культуре. Выявлены морфологические особенности мицелиального роста гриба в присутствии металлов, заключающиеся в формировании пеллет различного размера и формы. Морфологические особенности роста мицелия позволяют по микроскопической картине культуры гриба судить о концентрации ТМ в среде и их влиянии на развития грибного мицелия. Показана разница в степени извлечения ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  из растворов грибным мицелием.

Научная новизна работы состоит в том, что полученные данные позволяют расширить наши представления о микобиоте на территории типичного для подзоны южной тайги промышленно развитого города. Показано, что представители группы микоризообразователей наиболее

активно накапливают в плодовых телах цинк и свинец, тогда как подстилочные сапротрофы – медь. Выявлены часто встречающиеся виды-аккумуляторы ТМ, пригодные для биоиндикации и использования в экологическом мониторинге территории города. Полученные результаты по аккумуляции ТМ базидиомами макромицетов служат основой для дальнейшего мониторинга степени загрязнения городской среды.

Автор впервые количественно описал влияние тяжёлых металлов на рост мицелия гриба *Trametes versicolor* БИН 2263 в модельных опытах с использованием погружённой культуры. Выявлены морфологические особенности мицелиального роста гриба в присутствии ионов токсичных металлов, заключающиеся в формировании пеллет различного размера и формы. Морфологические особенности роста мицелия позволяют по микроскопической картине культуры гриба судить о концентрации ТМ в среде и их влиянии на развитие грибного мицелия. Показана разница в степени извлечения из растворов грибным мицелием ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ . Интересным представляется предложение автора использовать мицелий *Trametes versicolor* в качестве природного сорбента для извлечения ТМ из промышленных и бытовых сточных вод.

В практическом отношении данной работой намечены пути развития биомониторинга загрязнения окружающей среды ТМ на основании их аккумуляции базидиомицетами, произрастающими в парках города. Сведения о видовом составе ксилотрофных базидиальных макромицетов позволят более обосновано подходить к подбору основных древесных культур при создании новых парков и рекреационных территорий в городе. Автором также предложено использовать мицелий *Trametes versicolor* в качестве природного сорбента для извлечения ТМ из промышленных и бытовых сточных вод.

Личный вклад. Д.В. Попыванов лично участвовал в планировании и проведении экспериментов, полевых наблюдений, обработке и интерпретации полученных данных. Автор принимал непосредственное

участие в сборе и идентификация собранных образцов базидиомицетов, выполнял пробоподготовку и анализ на содержание ТМ на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Анализ и обобщение данных, формулировка основных положений и выводов выполнены лично автором. Таким образом, предоставляемая на защиту диссертационная работа, является результатом многолетних исследований (2014-2018 гг.), выполненных лично Дмитрием Владимировичем.

Оценка содержания диссертации. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК, предъявляемыми к формированию структуры рукописи, включает введение, 3 главы, заключение. Список литературы включает 231 источник, в том числе 109 на иностранном языке. Она изложена на 115 страницах, проиллюстрирована 17 рисунками, содержит 12 таблиц. Основные результаты исследований апробированы в докладах на конференциях и симпозиумах, организованных в России. По материалам диссертации опубликовано 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

Сделанные научные выводы полностью отвечают поставленным задачам и подтверждены приведённым в диссертации материалами исследований. Содержание автореферата соответствует таковому диссертации. Автореферат, как и диссертация, оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011.

По существу представленной работы нет серьёзных замечаний, однако при прочтении работы возникают некоторые вопросы:

- 1) Почему автор не соотносит количество собранных видов базидиальных грибов с площадью парка?
- 2) Почему автор не приводит видовой состав и структуру парковой растительности?
- 3) Чем объяснить большее видовое разнообразие базидиальных макромицетов в парках и скверах города (урбанизированные территории) по сравнению с таковым в антропогенно менее нарушенных лесах (фоновые территории)? Хотя на 61 стр. 13 строка

сверху автор утверждает, что «... леса испытывают меньшую антропогенную нагрузку и для грибов создаются наиболее благоприятные условия»;

- 4) Чем объяснить малое число наблюдений (повторностей) (всего 3) при исследованиях? Достаточно ли их для получения достоверных результатов?
- 5) В тексте имеются редко встречающиеся опечатки.

В целом отмеченные замечания не существенны и не умаляют значения работы, носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором в дальнейших публикациях по теме исследования.

Заключение. Подробное рассмотрение указанных выше результатов исследований Д.В. Попыванова, а также других материалов, опубликованных в печати, приводит к заключению, что автором выполнена большая работа по изучению возможности использования грибов в экологической экспертизе состояния городской среды и её отличает всесторонний комплексный подход к существу вопроса. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполнена автором самостоятельно на большом фактическом материале и на высоком научном уровне. Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, таблицы и рисунки. По каждой главе и работе в целом имеются выводы. Основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы фактическим материалом. Основные разделы работы, результаты и выводы представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. В опубликованных работах с достаточной полнотой отражены все результаты, приведенные в обсуждаемой работе.

Результаты и выводы настоящей диссертационной работы могут быть рекомендованы к использованию в практической деятельности организаций, непосредственно занимающихся экологической экспертизой: Государственный научно-исследовательский институт промышленной

экологии, Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, региональные центры по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга.

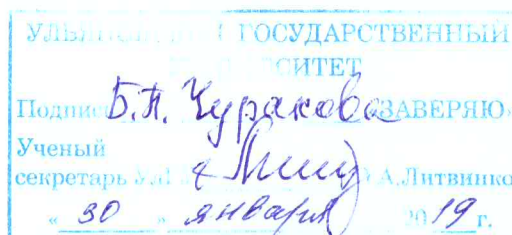
Диссертационная работа полностью соответствует требованиям п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата биологических наук, а ее автор – Дмитрий Владимирович Попыванов заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология).

Диссертационная работа, автореферат и отзыв на диссертацию Попыванова Дмитрия Владимировича заслушан и единогласно одобрен на заседании кафедры лесного хозяйства 29 января 2019 г., протокол № 6.

Отзыв подготовлен доктором биологических наук (03.02.12 «Микология»), профессором, заведующим кафедрой лесного хозяйства Чураковым Борисом Петровичем



Подпись заверяю  
М.П.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный университет»  
Адрес: 432017, Российская Федерация, г. Ульяновск, улица Льва Толстого, д. 42.

Телефон: 8 (8422) 37-24-64

E-mail: [contact@ulsu.ru](mailto:contact@ulsu.ru)

Сайт: <https://www.ulsu.ru/ru/>