

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата биологических наук Козловой Екатерины Витальевны
на тему: «Структурно-функциональные особенности сообществ входных
зон карстовых пещер Черногории»
по специальности 03.02.08 – «Экология»

Актуальность темы. Подземные полости являются интереснейшими объектами для изучения: минимально подверженные антропогенному воздействию они отличаются стабильно низкими положительными температурами, высокой влажностью воздуха и субстратов, недостатком естественного освещения и питательных веществ.

Входные зоны пещер как переходы между поверхностной и подземной средами отличаются большей стабильностью, чем поверхностные экосистемы, однако находятся под их непосредственным и опосредованным воздействием. Эти участки колонизируются фототрофными сообществами, имеющими различные состав и структуру, определяемую, в первую очередь, уровнем интенсивности естественного освещения.

Изучение этих сообществ представляет исключительный интерес и исследуется во многих регионах мира. При этом данные о гетеротрофной компоненте в составе сообществ и на субстратах входных зон единичны, как и о типизации и физиологических особенностях этих сообществ.

Для территории Черногории, где наблюдается сокращение количества осадков, изучение сообществ обрастаний пещер имеет фундаментальный интерес для сохранения биоразнообразия, поскольку только пещерные местообитания предоставляют необходимые условия для сохранения и развития цианобактериально-водорослевых сообществ.

Особый интерес представляет изучение биоты экскурсионных пещер, оборудованных источниками искусственного освещения, на начальных этапах зарастания. Выявление источника заноса видов в подземное пространство и прогнозирование динамики развития «ламповой флоры» (сообществ, развивающихся вокруг электрических ламп) призвано предупредить трансформацию уникальной подземной среды, влекущую за собой разрушение натечных образований пещер, появление новых источников органического вещества, изменение биотопов пещер.

Диссертационная работа Козловой Екатерины Витальевны объела все затронутые аспекты: изучение биоразнообразия фотоавтотрофов и гетеротрофов входных зон и «ламповой флоры» пещер; оценку путей заноса видов из входной зоны в сообщества «ламповой флоры» для экскурсионной пещеры Липска, и путей миграции микромицетов из входной фотической зоны в афотическую для естественных пещер; выделение основных типов сообществ входных фотических зон; оценку биомассы и потоков углерода в этих сообществах. Кроме того, в работе приведены первичные данные по изотопному анализу мохообразных входных зон пещер.

Таким образом, исследование несомненно является **актуальным**.

Степень обоснованности результатов и выводов, представленных в работе. Обоснованность и достоверность результатов и выводов не вызывает сомнений. Козловой Е.В. освоен и применен широкий спектр классических и современных методов научных исследований, полученные в диссертационной работе данные статистически обработаны.

Научная новизна. Научная новизна диссертационного исследования Козловой Е.В. заключается в комплексном исследовании сообществ обрастаний ряда входных зон нативных пещер Черногории, а также ламповой флоры экскурсионной пещеры Липска, в ходе работы проведены: оценка видового состава и структуры фототрофов входных зон нативных пещер; видового состава и структуры фототрофов и гетеротрофов входной зоны и «ламповой флоры» пещеры Липска, оценен вклад иммиграции в

биоразнообразии сообществ «ламповой флоры»; анализ видового состава микромицетов различных биотопов входных фотических и афотических зон пещер, оценен вклад иммиграции в формирование сообществ; проведено сравнение состава и структуры сообществ входных зон пещер между собой; проведено сравнение биоразнообразия сообществ обрастаний входных зон пещер Черногории с пещерами других регионов мира.

Выявлены основные типы сообществ с доминированием различных групп фототрофов, оценены биомассы фототрофной и гетеротрофной компоненты в сообществах и на субстратах фотических зон пещер.

Впервые оценены потоки углерода в сообществах и на субстратах входных фотических зон пещер.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные в диссертационной работе Козловой Е.В. данные важны для комплексной диагностики сообществ обрастаний пещер, оценка путей заноса видов в подземные полости необходима для регулирования интенсивности развития ламповой флоры в экскурсионных пещерах и нехарактерных для пещерной среды видов, в контексте снижения растущей антропогенной нагрузки на пещеры.

Автором предложено использование сообществ обрастаний входных зон пещер в качестве индикаторных для оценки антропогенного воздействия, что представляет особую ценность, учитывая растущее антропогенное воздействие на все земные экосистемы.

Соответствие содержанию диссертационной работы паспорту научной специальности. По своему содержанию диссертационная работа полностью соответствует паспорту научной специальности 03.02.08 – «Экология» (по биологическим наукам).

Личный вклад автора состоит в подборе и обобщении литературы, модификации полевых методов исследования, определения видового состава биоты и лабораторных анализов сообществ и грунтов, статистической

обработке и интерпретации полученных данных, представлении их на конференциях.

Полнота изложения материалов диссертационной работы в опубликованных работах. Результаты научных исследований Козловой Е.В. по теме диссертационной работы изложены в ряде научных работ, пять из которых опубликованы в изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus.

Общая характеристика диссертационной работы. Диссертационная работа Козловой Е.В. состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, списка литературы и шести приложений, и изложена на 221 странице, включая 41 таблицу и 50 рисунков.

Необходимо отметить высокую проработанность соискателем классической и современной литературы отечественных и зарубежных авторов - список использованной литературы включает 430 источников, из которых 341 на иностранном языке.

Во **Введении** дано обоснование актуальности и степени разработанности темы, сформулированы цель и задачи исследования, охарактеризованы объект и предмет, теоретическая и практическая значимость исследования. Сформулированы выносимые на защиту положения. Приведена информация об апробации работы, структуре и объеме диссертационного исследования.

Первая глава посвящена обширному обзору литературы, включающему отечественные и зарубежные источники. Охарактеризованы специфика подземных полостей, биоразнообразие фотоавтотрофов и гетеротрофов.

Принимая во внимание нехватку данных по физиологическим особенностям сообществ пещер, автором приведены общие сведения о потоках углерода в наземных экосистемах и сообществах и балансе углерода в подземных экосистемах. Кроме того, обзор литературы включает раздел об изотопном анализе различных компонентов подземных экосистем.

Вторая глава содержит информацию об объектах исследования, проиллюстрированную соответствующими рисунками и фотографиями. Подробно представлено описание спектра натуральных и лабораторных методов, использованных в диссертационной работе.

В *третьей главе* проведен таксономический анализ фототрофов входных зон нативных пещер, а также входной зоны и «ламповой флоры» экскурсионной пещеры Липска, выделены доминанты, приведены жизненные формы цианобактерий и водорослей; проведено сравнение биоты входных зон пещер между собой с использованием индексов сходства видового состава Жаккара и сходства видовой структуры Шорыгина, и видового состава фототрофов пещер Черногории с пещерами других регионов; приведен видовой состав микромицетов различных биотопов нативных пещер, выделены доминанты, выявлены пути миграции. Проведено сравнение видового состава микромицетов различных биотопов фотических и афотических зон при помощи индекса Жаккара и кластерного анализа.

В *четвертой главе* типизированы основные сообщества входных фотических зон пещер, выделены доминанты, оценено биоразнообразие сообществ с использованием индекса Шеннона-Уивера, вероятность межвидовых встреч с использованием индекса доминирования Симпсона, выравненность сообществ с использованием индекса Пиелу, степень экологического сходства видов, имеющих наибольшую встречаемость в сообществах, при помощи индекса Серенсена-Чекановского (Дайса); проведено сравнение видового состава и структуры сообществ с использованием индекса Жаккара и фи-квадрат; проведен кластерный анализ сходства видового состава и структуры сообществ, определены биомассы бактерий, микромицетов и фототрофов выделенных сообществ и потоки углерода в сообществах и на субстратах, даны первичные данные об изотопном составе фитомассы мохообразных входных зон сообществ.

В *выводах* диссертации обобщаются полученные соискателем основные результаты диссертационного исследования, выводы имеют существенную научную значимость, соответствуют задачам и полученным результатам.

Заключение диссертации характеризует место работы среди других работ по выбранной тематике, в заключении даны рекомендации и сведения о планируемом развитии диссертационного исследования.

Автореферат и основные публикации по теме диссертации отражают ее содержание, в них изложены основные положения работы.

В *Приложении 1* приводится характеристика точек измерений потоков CO₂ в пещерах.

В *Приложении 2* дается характеристика местообитаний фототрофов входных фотических зон нативных пещер.

В *Приложении 3* представлено относительное участие цианобактерий и водорослей фотических зон исследованных пещер.

В *Приложение 4* приводятся результаты кластерного анализа сходства видового состава микромицетов входных зон пещер.

В *Приложении 5* представлены фотографии видов-доминантов различных сообществ пещер входных фотических зон пещер.

В *Приложении 6* представлены дендрограммы сходства видового состава и структуры различных сообществ входных фотических зон пещер.

Однако, при ознакомлении с работой у меня возник ряд *вопросов и замечаний*:

1. Почему в качестве района исследований была выбрана Черногория?
В диссертации и автореферате указывается только то, что эта территория не исследована. Здесь следовало бы привести данные об уникальности географического положения района, особенностях геологии, экологии и других особенностях.

2. Не совсем понятно, почему отбор проб проводился в июле 2017 года, январе и мае 2019 года. Было бы логичнее проводить исследования в одно и то же время в разные годы, либо в разные сезоны одного года.
3. При определении видов водорослей и цианобактерий, наряду с классическими сводками, следовало бы использовать современную литературу. Особенно это актуально для зеленых водорослей.
4. При написании названий видов и родов целесообразно указывать авторов (например, на странице 86 диссертации и странице 13 автореферата).
5. В тексте диссертации и автореферата не указано, какой микроскоп использовался для изучения микроорганизмов.
6. На рисунке 1 Приложения 5 приводится фото цианобактерии, определенной как *Spirulina* sp. Возможно, это не совсем корректная идентификация.
7. В тексте диссертации и автореферата имеются опечатки (например, страница 20 диссертации), орфографические и стилистические ошибки (например, страница 90 диссертации).

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 03.02.08 – «Экология» (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, работа оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Козлова Екатерина Витальевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – «Экология».

Официальный оппонент:
доктор биологических наук, доцент
научный руководитель
Центра научно-технической интеграции,

профессор кафедры биоэкологии
и биологического образования
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный
педагогический университет имени М.Акмуллы»

ГАЙСИНА Лира Альбертовна

15.11.2021

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 03.02.01 – Ботаника
Адрес места работы: 450008, г. Уфа, ул., Октябрьской революции, 3-а
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет
имени М.Акмуллы»
Тел.: +73472466426; e-mail: cafedra.bibo@yandex.ru