

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу Букина Сергея Викторовича «Микробные сообщества донных отложений озера Байкал в зоне выхода углеводородных газов на поднятии Посольская Банка и их роль в деструкции органического вещества», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 –

Экология (биологические науки)

Актуальность темы исследования. Диссертация С.В. Букина посвящена исследованию микробных сообществ, которые развиваются в донных отложениях озера Байкал в зоне выхода углеводородных газов. Целью исследования было изучение разнообразия природных микробных сообществ, осуществляющих заключительные этапы деструкции органического вещества в донных осадках глубоководного метанового сипа «Посольская Банка» в различных экологических условиях.

Исследования микробных сообществ, развивающихся в зоне геологических аномалий, обогащенных различными источниками углерода и энергии за счет потока привносимых глубинных газов и флюидов, важны как для изучения экологии уникальных местообитаний, так и для понимания роли микробных сообществ в биогеохимических циклах. Озеро Байкал является одним из немногих мест образования углеводородов в пресноводных условиях. В связи с этим, актуальность изучения роли глубинных микробных сообществ в процессах генерации углеводородов и деструкции органического вещества в зоне «Посольская Банка» не вызывает сомнений.

Научная новизна исследования. В качестве объекта исследования выбраны ранее не изученные сообщества микроорганизмов из донных осадков района глубоководной разгрузки метана «Посольская Банка». Автором впервые охарактеризована структура этих сообществ с использованием молекулярно-биологических методов. В ходе экспериментов впервые исследована способность микробных сообществ донных осадков

озера Байкал к образованию углеводородных газов в различных условиях и на разных субстратах, показано таксономическое разнообразие накопительных культур и определены пути образования метана и этана. Впервые в условиях термобарического эксперимента выявлена роль термофильных микроорганизмов в процессах деструкции органического вещества и генерации биомаркеров нефти. Сформулированные в диссертационной работе научные положения обладают несомненной научной ценностью. Их обоснованность, равно как обоснованность предлагаемых автором выводов, основывается на корректном выборе и применении современных методов и средств исследования.

Структура и объем работы. Диссертация С.В. Букина изложена на 119 страницах машинописного текста, состоит из введения, трех глав, заключения и выводов, содержит 23 рисунка и 7 таблиц, иллюстративный материал в приложении. Работа логично структурирована, грамотно изложена. Введение включает описание актуальности темы исследования, научной новизны, практической и теоретической значимости работы. Также во введении обозначены цель и задачи исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту.

Обзор литературы достаточно информативен, охватывает разноплановые исследования по геологии, геохимии и микробиологии исследуемого района. Приведена подробная характеристика геологического строения поднятия Посольская Банка, отражены особенности донных отложений, связанные с разгрузками глубинных газов и газонасыщенных флюидов. Большое внимание уделено метанобразующим микроорганизмам, подробно описаны особенности физиологии и экологии метаногенных архей. Обобщена информация по исследованиям микробного разнообразия и активности микроорганизмов, участвующих в процессах цикла метана в донных осадках озера Байкал. Приведены результаты исследований по глубинной биосфере.

Глава 2 посвящена описанию объектов и методов исследования и включает краткое описание метода отбора проб и характеристику исследованных образцов донных отложений, представленных в таблице. Достаточно подробно описаны микробиологические, физико-химические и молекулярные методы, использованные в работе.

Полученные результаты представлены в главе 3. Подробно исследована послойная структура микробных сообществ газоносных донных отложений, проведен анализ полученных результатов с использованием метода непараметрического шкалирования многомерных данных. Процессы образования метана микробным сообществом исследованы в ходе культивирования в психрофильных условиях (4 °С), проведен филогенетический анализ накопительных культур, который выявил высокое количество метаногенных архей *Methanocella* и *Methanobacterium* и преимущественное образование метана по автотрофному пути. Представлено экспериментальное исследование процессов деструкции органического вещества микробным сообществом в условиях протокатагенеза (при температуре 80 °С и давлении 5 МПа).

Достоверность полученных результатов, степень обоснованности результатов и выводов. С.В. Букиным получены новые данные о структуре микробных сообществ в донных осадках в районах выхода термогенных газовых флюидов и показана их роль как в процессах деструкции органического вещества с образованием углеводородов, так и в хемолитотрофных процессах использования энергии неорганических соединений и газовых флюидов. Автор в целом корректно применяет научную терминологию, последовательно и логично освещает структуру исследования. Достоверность защищаемых положений, результатов и выводов подтверждается значительным числом опубликованных работ по теме диссертации и выполненных автором докладов на научных мероприятиях

Выводы, сделанные по результатам исследования, полностью обоснованы. Материалы диссертационной работы опубликованы в 11 печатных работах, 4 из них – в журналах из перечня ВАК. Количество публикаций соответствует требованиям ВАК для кандидатских диссертаций.

Однако имеется ряд **замечаний** по диссертации, а именно:

1. На мой взгляд, таблицу 2 «Характеристика донных отложений района Посольская Банка, использованных в работе» более уместно расположить в главе «Результаты», поскольку в ней отражены основные характеристики исследуемых грунтов, важные для понимания экологических условий местообитаний микроорганизмов.

2. В описании схемы модельного эксперимента есть ряд неточностей: упущена вторая часть (№ 2) разделенного образца донных отложений, не обоснован выбор длительности культивирования (17 месяцев).

3. По результатам секвенирования в осадках на глубине 100 и 140 см выявлены представители δ -Proteobacteria, в том числе рода *Desulfovirga* (100 см), порядок *Desulfuromonadales* (140 см), осуществляющие сульфатредукцию. В то же время, исходя из анализа поровых вод, в этих слоях осадков сульфат-ионы не обнаружены (табл. 2). Как автор может объяснить подобное несоответствие?

4. Использование метода многомерного непараметрического шкалирования позволило на современном уровне проанализировать взаимосвязи между микробным разнообразием и химическим составом поровых вод, однако, в методах не указана программа, с помощью которой проводились расчеты. На рис. 12, демонстрирующем графическое отражение анализа, для более качественного восприятия информации стоило подписать филумы бактерий (А) и архей (Б), детектированных в донных осадках.

5. Встречаются неточности в ссылках на источники: упущены ссылки на работы: Tranvik et al., 2009; Roussel et al., 2008; Lozupone, 2005; ошибки в годе выхода публикации (Хлыстов и др., 2002; Thauer, 2002; Sprenger et al.,

2000; Fricke et al., 2005; Lazar et al., 2016; Sakai et al., 2010; Fey, Conrad, 2000; и др.).

6. Не совсем корректно используются некоторые термины: неуместно говорить «высокоминерализованные поровые воды» по отношению к воде с минерализацией 1,2 г/л; при описании получения накопительных культур - применять термин «культивирование метанобразующих сообществ» и др.

7. Встречаются опечатки: «Улан-Уде» вместо Улан-Удэ (стр. 36), «метелированных» вместо «метилованных» соединений (с.69).

Отмеченные замечания не отражаются на общей положительной характеристике представленной диссертационной работы.

Заключение. Диссертация Букина Сергея Викторовича является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлены научно обоснованные решения актуальной задачи, имеющей значение для развития микробиологии и определяющей биоразнообразие и функционирование микробных сообществ, играющих ведущую роль в конверсии органического вещества.

Исследования проведены на современном уровне с экспериментальными подтверждениями достоверности полученных результатов. Полученные автором результаты исследования достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Диссертационная работа написана грамотным научным языком и оформлена на высоком уровне с достаточным количеством поясняющих таблиц, рисунков и фотографий.

Автореферат отражает основные положения диссертации.

Результаты диссертационной работы достаточно широко освещены в открытой печати и доложены на конференциях различного уровня.

Таким образом, диссертация выполнена на актуальную тему, имеет научное и практическое значение, содержание и оформление диссертационной работы соответствует требованиям п.п. 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским

диссертациям, соответствует специальности 03.02.08 – экология. Автор диссертации Букин Сергей Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология.

Официальный оппонент,
к.б.н. по специальностям 03.00.16 –
экология, 03.00.07 - микробиология,
научный сотрудник лаборатории
микробиологии
Института общей и экспериментальной биологии СО РАН

Зайцева Светлана Викторовна



19.05.2017 г.

Адрес: ИОЭБ СО РАН
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой 6
Тел.: +73012-43-49-02, svet_zait@mail.ru

Подпись н.с., к.б.н. Зайцевой С.В. удостоверяю
ученый секретарь ИОЭБ СО РАН

к.б.н. Козырева Л.П.