

ОТЗЫВ

официального оппонента Вайнштейна Михаила Борисовича, доктора биологических наук, профессора, главного научного сотрудника Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН – обособленного подразделения ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук» на диссертационную работу Павловой Ольги Николаевны «Микробные сообщества осадочных отложений озера Байкал в районах разгрузки углеводов», представленную к защите в диссертационный совет 24.1.233.02 на базе ФГУ Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии Российской академии наук» на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.11. Микробиология

Представленная в виде диссертации работа О.Н. Павловой посвящена актуальному и крайне важному и интересному вопросу: изучению биогеохимических процессов и микроорганизмов, их осуществляющих, в уникальной и недостаточно изученной системе: в глубинных слоях пресноводного водоема, находящихся под высоким давлением. Необычность природной системы дополнительно определяется тем, что холодные воды получают постоянные поступления из подстилающих термальных областей. Эти необычные условия сложились в озере Байкал, которое представляет стратегический интерес как резерв пресной воды и несомненный научный интерес в связи с эндемичностью его обитателей – от микроорганизмов до высших организмов. В настоящее время, когда водоемы подвергается все большему воздействию и изменению, вызываемому многочисленными неблагоприятными следствиями человеческой деятельности, вопрос о микробиологических и биогеохимических процессах, происходящих в оз. Байкал, приобретает особенно важное значение, в частности – в связи с возможным накоплением в Байкале нефтяных углеводов. Количество обследованных участков озера и изученных проб в зонах поступления углеводов представляет собой значимую выборку, позволяющую прийти к достоверным выводам. Период отбора проб включает 2006-2021 гг., что в целом делает диссертацию статистически важным и достаточно полным исследованием для получения ценных выводов в области лимнологии, водной микробиологии и биогеохимии. Актуальность и важность исследования не вызывают сомнений.

Актуальность темы диссертации. Тема, раскрытая диссертантом при выполнении исследований, важна и значима прежде всего в трех отношениях:

- 1) для развития фундаментальной микробиологии в отношении биоразнообразия, физиологии и активности термофильных микроорганизмов, участвующих в трансформации углеводов в мало изученных зонах повышенного давления в глубинных пресных водах;
- 2) для своевременной оценки экологической ситуации в глубинных зонах уникального озера Байкал, являющегося стратегическим резервом питьевой воды и генетическим резервом эндемичной биоты;
- 3) для поиска новых микробных форм и изучения проводимых ими процессов эффективного разрушения углеводов в зонах, требующих очистки.

Научная новизна исследований. Диссертация имеет выраженные элементы научной новизны, подтверждаемые принципиально новыми сведениями о микроорганизмах донных отложений оз. Байкал.

Впервые подтверждено присутствие жизнеспособных термофильных микроорганизмов в низкотемпературных донных отложениях в районах разгрузки углеводов глубоководного озера. Поддержана и развита гипотеза М.А. Грачева и Т.И. Земской о поступлении этих термофильных микроорганизмов с подтоками из глубинных слоев осадочной толщи.

Впервые экспериментально показана способность этих прокариот к образованию в донных осадках Байкала дибензотиофенов и ряда других соединений, значимых для состояния экосистемы.

Впервые экспериментально показано эффективное микробное анаэробное окисление нефтяных соединений в экосистеме, подтверждаемое анализом генов, ответственных за анаэробное преобразование углеводов.

Теоретическая значимость. Расширены представления о разнообразии термофильных микроорганизмов, ведущих активные биогеохимические процессы в низкотемпературных экосистемах. Показана важная роль этих микроорганизмов на примере глубинных зон Байкала. Вместе с этим полученные данные по способности термофилов вести активные процессы при температурах, ниже оптимальных для них, имеют большое значение не только для решения целевых задач диссертации, для водной и геологической микробиологии, но и для других областей микробиологии, включая медицинскую.

Практическая значимость. В ходе выполнения диссертационной работы проведена рекогносцировка наиболее значимых участков оз. Байкал в отношении распределения и состава углеводородокисляющей аборигенной микробиоты, включающей возможные аллохтонные формы, поступающие из подстилающих осадков. Эти сведения являются основой для прогноза потенциальной резистентности Байкала к отдельным видам нефтяных загрязнений.

Данные по глубоководному анаэробному окислению углеводов и проводящим его микроорганизмам важны также для компаний, добывающих нефть на морских шельфах и

ведущих работы, направленные на минимизацию потерь.

Выделены и описаны культуры бактерий, способных к активной утилизации нефтяных углеводородов при пониженных температурах. Подобраны и защищены патентом стимуляторы роста таких углеводородокисляющих бактерий.

Содержание диссертации. Диссертация содержит введение, обзор литературы, методический раздел, экспериментальную часть – результаты и их обсуждение (5 глав), заключение, выводы и список использованной литературы. В целом диссертация включает 284 страницы, в число которых входят основной текст, 88 рисунков и 13 таблиц, а также библиографический список использованной литературы. Список ссылок насчитывает 871 цитируемую работу, из них 144 на иностранных языках.

Обзор литературы занимает более 60 страниц и рассматривает не только публикации, непосредственно связанные с оз. Байкал, но и важные для раскрытия темы базовые вопросы микробиологии: глубину распространения жизни в донных отложениях, существование термофильных микроорганизмов в холодных условиях и т.п. Достаточно подробно рассмотрены публикации по обнаружению термофильных сульфатредуцирующих бактерий в морских осадках в датско-норвежском регионе добычи нефти. Завершает обзор литературы подраздел, прямо посвященный Байкалу. Обзор литературы логически приводит к цели представленной диссертационной работы.

Цель и задачи работы очевидны из обзора приведенных данных и логически ему следуют, хотя и предшествуют обзору в тексте диссертации (стр. 7). Целью диссертационной работы является исследование микроорганизмов донных отложений оз. Байкал в районах разгрузки углеводородсодержащих подтоков и изучение разнообразия и функций этих микроорганизмов. Цель достигается решением 5 четко поставленных последовательных задач, включающих этапы от начального поиска термофильных архей и бактерий в донных отложениях до оценки разнообразия и активности углеводородокисляющих микробных сообществ.

В ходе выполнения диссертационной работы О.Н. Павлова проводила полевые и экспериментальные исследования, включавшие этапы от отбора проб и анализов на месте до микробиологических и генетических анализов в лаборатории, а также проведение экспериментальных исследований. Разнообразие примененных и использованных диссертантом методов свидетельствует о высоком уровне подготовленности О.Н. Павловой как микробиолога и лимнолога.

Основной научный материал, представленный О.Н. Павловой (главы 3-7), обширен, его научная значимость не вызывает сомнений. Полученные диссертантом результаты обогащают водную микробиологию и лимнологию сведениями о 1) присутствии и разнообразии термофильных прокариот в холодных водах, 2) относительном доминировании метан- / углеводородокисляющих микроорганизмов в местах выхода соответствующих флюидов, 3)

масштабности микробного преобразования поступающих углеводов в уникальных условиях глубоководного пресного водоема при пониженной температуре, 4) возможных путях трансформации углеводов и их стимуляции. Эти данные весьма существенны для формирования представлений о разнообразии и стратегии глубинных донных экосистем холодных водоемов.

Разделы «Заключение» и «Выводы» изложены очень сдержано и кратко, но содержат все необходимые и достаточные сведения. Выводы диссертации соответствуют поставленным задачам исследования. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

В целом диссертация изложена ясным и логичным языком. Выявленные при чтении диссертации технические опечатки и отдельные возникающие замечания относятся только к оформлению и изложению диссертационной работы. Например, на стр. 24 указано видовое название «*Thiobacillus ferrooxidans*» при том, что этот вид был перенесен в другой род в 2000 г. (Kelly D.P., Wood A.P. Reclassification of some species of *Thiobacillus* to the newly designated genera *Acidithiobacillus* gen. nov., *Halothiobacillus* gen. nov. and *Thermithiobacillus* gen. nov. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2000. V. 50 (2). P. 489-500). С 12 по 30 стр. повторяется 11 раз англоязычное сокращение m.b.sf., то есть – «метров глубже морского дна», что можно было бы, упомянув один раз, заменить на русскоязычное определение как метры донных отложений. На стр. 221 написано «...синергический эффект «doubl action» (Seter, 2012)...» - в данном случае при английском написании слов «двойное действие» допущена опечатка, а в ссылке потеряно указание соавторов «et al.». Таким образом, замечания связаны с характером представления материала диссертантом, не снижают общей оценки большой проделанной работы, не умаляют значимости полученных результатов для водной микробиологии, а также не касаются вынесенных на защиту новых положений и основных выводов, сформулированных в диссертации.

Заключение. По актуальности, научной новизне, заявленным научным положениям и практической значимости результатов диссертационная работа О.Н. Павловой «Микробные сообщества осадочных отложений озера Байкал в районах разгрузки углеводов», представленная на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.11. Микробиология, является завершенной, целостной и законченной, научно-квалификационной работой. Соискатель изложила основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук в 23 научных статьях, регистрируемых белым списком, а также в ряде других публикаций в профессиональных рейтинговых изданиях. Личный вклад соискателя отмечен во всех разделах представленной работы. Заимствованные научные материалы без ссылок на авторов и источники заимствования, а также результаты научных работ, выполненные в соавторстве без ссылок на соавторов, не выявлены. Соответственно, представленная диссертационная работа

соответствует требованиям п.9-11, 13-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в редакции от 16.10.2024 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук, а соискатель Павлова Ольга Николаевна заслуживает присуждения искомой степени по специальности 1.5.11 Микробиология.

Официальный оппонент:

доктор биологических наук (2001, Микробиология 03.02.03.),
профессор (2008, Микробиология и биотехнология)
главный научный сотрудник Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН – обособленного подразделения ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук» (ФИЦ ПНЦБИ РАН)

Официальный адрес ФИЦ ПНЦБИ РАН:

РФ, 142290, Московская область, г. Пушкино, проспект Науки, д. 3.

Вайнштейн Михаил Борисович

16 сентября 2025 г.

Подпись Михаила Борисовича Вайнштейна

ЗАВЕРЯЮ

Ученый секретарь, д.б.н.



Решетилова Т.А.