

ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертацию Заварзиной Дарьи Георгиевны

на тему «Трансформация минералов железа анаэробными бактериями содовых озер», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.11 – «Микробиология»

Геохимические процессы, производимые микроорганизмами, лежат в основе функционирования биосферы на всех этапах ее развития в геологической истории планеты. После работ С.Н. Виноградского и В.И. Вернадского это положение стало общепризнанным, однако природные микробиологические процессы до сих пор являются наименее изученными как в отношении совершаемых биогеохимических функций, так и в части физико-химических механизмов разнообразных процессов взаимодействия с окружающей их средой. В силу этого обстоятельства диссертационная работа Д.Г. Заварзиной, посвященная экспериментальному изучению химического взаимодействия анаэробных бактерий содовых озер с минералами железа, представляет собой своевременное и, несомненно, актуальное исследование.

Необходимо подчеркнуть, что несмотря на то, что диссертация Д.Г. Заварзиной направлена на решение, казалось бы, достаточно узкого вопроса, она имеет принципиальное значение для развития современной микробиологической биогеохимии. В первую очередь это связано с корректным применением экспериментальных методов для выяснения физико-химических механизмов процессов взаимодействия микроорганизмов с минеральным субстратом, его фазово-химической трансформацией. В любом объекте биосферы одновременно протекает множество физико-химических и биохимических процессов, разделить которые чрезвычайно сложно и только с помощью корректно поставленных экспериментов можно получить сведения об отдельных процессах, выделить среди них главные и второстепенные. Диссертация Д.Г. Заварзиной является образцом экспериментального изучения микробиологических геохимических процессов от стадии постановки задач и выбора методов исследования, необходимых и достаточных для решения

поставленных задач, до комплексного анализа полученных результатов. С этим, методическим аспектом, по моему мнению, связан один из основных результатов проведенного исследования.

Диссертация Д.Г. Заварзиной изложена на 250 страницах, содержит 58 иллюстраций и 19 таблиц. Работа состоит из введения, 7 глав, заключения и выводов, а также включает обширный список литературы из 497 наименований. Необходимо отметить логическую связанность и последовательность расположения глав: после традиционного литературного обзора (глава 1) и детального описания материала и методов исследования (глава 2) каждая из последующих глав развивает результаты исследований, изложенных в предшествующих главах.

В диссертации сформулировано 7 защищаемых положений, которые констатируют основные результаты исследования, имеющие принципиальный характер. Все защищаемые положения обладают научной новизной.

С геохимической, точнее, с биогеохимической точки зрения наиболее важными являются следующие результаты. Во-первых, Д.Г. Заварзиной удалось доказать способность алкалофильных бактерий к хемолитоавтотрофному росту при использовании минералов железа в качестве акцепторов электронов. Этот факт опровергает широко распространенные ошибочные представления о существовании практически нерастворимых (ничтожно растворимых) минералов, которые в силу этого не могут химически взаимодействовать с организмами и контролировать концентрацию растворенных форм соответствующих химических элементов. В действительности, в природных водах растворимость даже наименее растворимых фаз не опускается ниже $n-100n$ нмоль/л. Для оксигидроксидов причиной этого является увеличение констант устойчивости гидроксокомплексов при уменьшении величин произведений растворимости. Результаты исследований Д.Г. Заварзиной указывают на то, что в хемолитоавтотрофных процессах при определенных условиях могут участвовать многие другие труднорастворимые минералы.

Во-вторых, большое значение для понимания биогеохимических процессов на ранних этапах геологической истории биосферы имеет

установленный Д.Г. Заварзиной факт существования алкалофильных и термофильных микробных сообществ в исходно автотрофных условиях с использованием восстановленных минералов железа в качестве источника энергии.

Хочется еще раз подчеркнуть образцовое описание и изложение экспериментальной части исследования, которое дает полное представление о всех проведенных экспериментах.

Выводы в диссертации вытекают из результатов проведенных исследований, сформулированы четко и соответствуют задачам исследований и экспериментальному материалу. Автореферат полностью отражает основные научные результаты диссертации.

По тексту диссертации имеется несколько замечаний не принципиального характера.

1. Неоднократно обращаясь к проблеме образования докембрийских железистых кварцитов, Д.Г. Заварзина разделяет и использует широко распространенные представления об отсутствии в то время кислорода в атмосфере и сульфатов в водах древнего океана, а генезис железистых кварцитов связывает с мощным развитием вулканических процессов. Магматические (вулканические) летучие компоненты всегда содержат значительные количества серы, и вместе с отложениями железистых кварцитов мы вправе ожидать столь же широкого распространения отложений серы (в виде сульфидов или элементарной серы). Этого, однако, не наблюдается. Можно предположить, что подводные гидротермы, образовавшиеся при взаимодействии горячих базальтов с бессульфатной морской водой, будут содержать много железа и кремнезема при низком содержании сероводорода. Но это необходимо доказать либо экспериментально, либо посредством термодинамических расчетов.

2. Не следует употреблять общий термин «геосфера» для обозначения какого-либо конкретного земного пространства. В строении Земли выделяется несколько геосфер, которые имеют собственные названия: атмосфера, гидросфера, биосфера, литосфера, мантия, ядро. Биосферой до сих пор называют

как совокупность живых организмов, так и земное пространство, в котором обитают живые организмы. Геосферой многие географы сокращенно называют географическую оболочку, которая не имеет общепринятых границ: исходное широкое толкование А.А. Григорьева в настоящее время большинством географов заменяется узким, соответствующим ландшафтной оболочке. Поэтому, употребляя термин «геосфера», надо обязательно пояснять, какое содержание в него вкладывается.

3. Биотит уже давно не считается корректным названием, поэтому следовало бы дать название конкретного минерала изоморфного ряда в соответствии с определенной формулой.

4. В экспериментах по анаэробному окислению сидерита, слоистых силикатов и металлического железа автор на основании данных Мессбауэровского спектрального анализа указывает на процессы анаэробного окисления и вместе с тем рассуждает о перераспределении атомов окисного и закисного железа между фазами и даже внутри фаз. Каково соотношение этих процессов в контексте микробного метаболизма? Может ли быть перераспределение атомов железа внутри одной фазы энергодающим процессом для микроорганизмов?

5. Не вполне понятно, какую метаболическую функцию выполняют описанные в работе алкалофильные бактерии в современных содовых озерах. Окисления гидротроиллита?

Диссертация Заварзиной Дарьи Георгиевны «Трансформация минералов железа анаэробными бактериями содовых озер» является завершенной научно-квалификационной работой, внесшей большой вклад в изучение биоразнообразия, физико-химических механизмов взаимодействия алкалофильных бактерий с минеральными фазами, микробиогеохимических процессов в докембрии. Работа соответствует требованиям п. 9–14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 28.08.2017), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени

доктора наук, а ее автор, Заварзина Д.Г., заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.11 – «Микробиология».

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник кафедры гидрологии суши
Географического факультета ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Савенко Виталий Савельевич



4 октября 2023 г.

Контактные данные:

тел.: 7(495)939-54-70, e-mail: Alla_Savenko@rambler.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
04.00.10 – Геология океанов и морей (25.00.28)

Адрес места работы:

119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1,
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова», Географический факультет

Тел.: 7(495)939-54-70, e-mail: Alla_Savenko@rambler.ru

Подпись В.С. Савенко удостоверяю:

Декан Географического факультета
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»,
академик РАН

04.10.2023 г.



С.А. Добролюбов