

ПОДЛЕДНИКОВОЕ ОЗЕРО ВОСТОК: ОБНАРУЖЕН НОВЫЙ ТИП БАКТЕРИЙ

В результате проникновения в подледниковое озеро Восток через глубокую ледяную скважину 5Г, которое состоялось 5 февраля 2012 г., поверхностная вода озера, находившаяся под более высоким давлением, чем заливочная жидкость в скважине, вошла в скважину, поднимая над собой более легкую заливочную жидкость. Часть этой воды попала во внутренний объем бурового снаряжения, а также примерзла к нижней поверхности буровой коронки и боковым наружным стенкам снаряжения. Таким образом, исследователи получили первые образцы воды из поверхностного слоя озера, которые представляли собой не специально отобранные пробы, а результат технологического процесса проникновения в озеро. При подъеме бурового снаряжения замерзшая вода озера постоянно контактировала с заливочной жидкостью ледяной скважины, состоящей из смеси авиакеросина и фреона. Данные технологические образцы были сильно перемешаны с авиационным керосином, который составляет наибольший объем заливочной жидкости, применяемой при бурении льда в глубоких ледяных скважинах. В качестве утяжелителя керосина применяется фреон f-141b, позволяющий выровнять плотность заливочной жидкости и окружающего ее льда для ликвидации действия эффекта «горного давления». Образец воды из поверхностного слоя озера Восток оказался очень грязным, содержащим воду озера и мутную (с хлопьями) буровую жидкость (в основном авиационный керосин) в отношении 1:1.

Известно, что в соответствии с разработанной методикой экологически чистого отбора проб воды из поверхностного слоя подледникового озера предполагалось отобрать керн «свежезамороженного» льда, образовавшегося из воды озера, поднявшейся вверх по стволу скважины. Напомним, что диаметр скважины составляет 135 мм, а температура ледника в нижней 500-метровой его части изменяется от минус 3 °С на границе лед-вода до минус 12 °С на глубине около 3300 м. Время замерзания воды при таких внешних условиях занимает от нескольких единиц до первых десятков часов. Многолетние исследования ледяного керна из скважины на станции Восток позволили создать прекрасную технологию деконтаминации образцов ледяного керна от загрязняющего влияния заливочной жидкости и человеческого воздействия и использовать эти образцы для высокоточных анализов методами классической и молекулярной биологии для изучения биоразнообразия замерзшей воды озера. Эта же технология будет применяться и для изучения образцов «свежезамороженного» льда из поверхностной воды озера, поднявшейся вверх по стволу скважины после проникновения 5 февраля 2012 г. Как известно, в сезоне 2012/13 г. запланированные буровые операции были выполнены, что позволило исследователям получить ледяной керн общей длиной 54 м в интервале глубин 3406–3460 м, включающий образцы «свежезамороженной» воды.

В то же время отечественные ученые не намеревались томиться в ожидании получения этих образцов «свежезамороженного» льда и поэтому предприняли огромные усилия для изучения технологических образцов воды, поднятых на поверхность буровым снаряжением (в феврале 2012 г.) и доставленных в Санкт-Петербург в конце мая 2012 г. Для исследований методами молекулярной био-

логии был выделен образец льда общим объемом около 395 мл, который после отделения воды от керосина составил около 150 мл воды, пригодной для дальнейших анализов. Эти работы выполнялись в Лаборатории криоастробиологии ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики» Национального исследовательского центра Курчатовский институт (г. Гатчина, Ленинградская область) под руководством ее заведующего С.А.Булата. Следует отметить, что технология применения современных исследований методами молекулярной биологии предполагает очень сложный кропотливый процесс, связанный не только с чисто лабораторными, высокоточными анализами, но и с подробным сопоставлением полученных результатов с известными мировыми базами данных ДНК-последовательностей микроорганизмов. Несмотря на ограниченность исходного материала, полученного для исследований, и его повышенную загрязненность, гатчинские ученые предприняли все возможные попытки для выявления микроорганизмов, возможно, обитающих в поверхностных водах озера Восток.

Созданная в 1999–2013 гг. в Лаборатории криоастробиологии библиотека контаминантов (загрязнителей) содержит 235 ДНК-последовательностей (видов) бактерий, представляющих естественные и искусственные загрязнители изучаемых образцов льда. Было решено провести сложную работу по амплификации (процесс образования дополнительных копий участков гена) генов рибосомной ДНК бактерий и определению их последовательности с целью идентификации микроорганизмов и возможного выделения истинных биологических находок (из озера) от контаминантов. Работа заключалась в конструировании нескольких геновых библиотек на разные области гена рибДНК и филогенетическом анализе полученных клонов.

Первые предварительные результаты (первая генная библиотека) были доложены в октябре 2012 г. в Стокгольме, Швеция на XII Европейском совещании по астробиологии (EANA 2012, 15-17 October 2012; http://www.astrobiologia.pl/eana/index.cfm_files/eana_annual_report_2012.pdf).

В представленном на этой конференции С.А.Булатом докладе было заявлено, что наиболее верхний водный слой озера Восток, по-видимому, лишен какой-либо жизни, ибо были обнаружены только контаминанты, бактерии, происходящие из буровой жидкости и ассоциированные с человеком. Этот вывод позволил некоторым прозападно-ориентированным средствам массовой информации вернуться к теме «грязная российская технология проникновения в озеро». Следует отметить, что справедливость российского подхода по организации экологически чистого отбора проб из поверхностного слоя подледникового озера Восток не раз обсуждалась международным сообществом и получила официальное одобрение согласно всем условиям и требованиям Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике. Выступление в Стокгольме не претендовало на информационную или научную сенсацию, а отражало результаты научных исследований, полученные на тот момент времени. Плановые исследования продолжались, т.к. они предусматривали завершение анализов всех геновых библиотек и выполнение всех многочисленных процедур сравнения с известными мировыми базами данных ДНК-последовательностей.



Отбор пробы озерной воды, намерзшей на коронку бурового снаряда. 6 февраля 2012 г., оз. Восток, Антарктида.
Фото В.Я.Липенкова.

В результате в конце февраля – начале марта 2013 г. были получены новые данные, всесторонний анализ которых позволил выявить одну группу бактерий – один филотип или вид (7 клонов, 3 аллельных варианта), которая прошла все контроли на контаминацию. Используя мировые базы данных типа GenBank, данный филотип не удалось не только идентифицировать на уровне вида-рода-семейства (сходство по ДНК-последовательности с известными таксонами оказалось менее 86 %), но и классифицировать путем филогенетического анализа на уровне филума (крупного раздела царства Бактерии). Данный результат был доложен 6 марта 2013 г. на международном совещании «Организация космического полета с посадкой на один из спутников Юпитера – Ганимед», которое проходило в Институте космических исследований Российской академии наук (г. Москва) в период с 4 по 8 марта 2013 г. (International Colloquium and Workshop «Ganymede Lander: scientific goals and experiments» Space Research Institute (IKI), Moscow, Russia 4–8 March 2013; <http://glcw2013.cosmos.ru/>).

Таким образом, находка осталась по настоящее время неидентифицированной и неклассифицированной и может представлять бактерию из водного (поверхностного) слоя озера Восток. В настоящее время без применения методов классической микробиологии (культивирование образцов на питательных средах и изучение микроорганизмов под микроскопом) или, на крайний случай, полного секвенирования (определение нуклеотидной последовательности) генома ничего нельзя сказать о физиологии и биохимии данного вида бактерий (например, способы извлечения энергии и синтеза органического вещества – хемолитоавтотрофия, устойчивость к холоду или высокому содержанию кислорода), как и описать (дать название) данный вид. Существует предположение, что данный вид бактерий относится к разделу некультивируемых бактерий типа Candidate Division OD1. Однако филогенетические построения не подтверждают родство как с данными, так и с другими известными разделами царства Бактерии типа *Proteobacteria*, *Cyanobacteria*, *Firmicutes* etc.

Более сложные анализы типа создания метагеномных библиотек с полным секвенированием присутствующих геномов на данном образце воды оказались невозможны по причине малой биомассы (167 клеток/мл) и ограниченного материала, а главное, по причине присутствия большого числа контаминантов. Более чистые образцы

воды озера Восток, замерзшей в скважине и разбуренной в сезоне 2012/13 г., с доставкой в Санкт-Петербург в мае 2013 г. на борту НЭС «Академик Федоров», позволят подтвердить данную находку и, возможно, выявить другие неизвестные формы микроорганизмов, приспособленные к экстремальным условиям озера Восток, которое является единственным в своем роде земным аналогом подледных океанов на спутниках Юпитера (Европа, Ганимед, Каллисто) или Сатурна (Энцелад).

Обнаружение неизвестного на Земле до настоящего времени типа бактерий в подледниковом озере Восток открывает широкие перспективы перед отечественными исследователями и свидетельствует об уникальности самого большого на планете подледникового водоема – озера Восток. Одновременно широкие круги общественности волнует вопрос о возможной опасности неизвестного микробного организма для человечества. Необходимо сразу успокоить таких людей (в особенности представителей средств массовой информации): природные условия подледникового озера Восток неповторимы на нашей планете. По условиям окружающей среды в нем могут обитать микроорганизмы, относящиеся к типу хемолитоавтотрофов – микробов, извлекающих энергию из окислительно-восстановительных реакций, а не из веществ органического происхождения. Таким образом, будучи поднятыми на поверхность, они лишатся привычных условий обитания и необходимых питательных ресурсов, что приведет к их естественной гибели. Это обстоятельство прямо указывает на невозможность какого-либо патогенного влияния новых образцов микробной жизни, обнаруженных в подледниковом озере Восток, для человечества. Российским исследователям придется столкнуться с изучением абсолютно неизвестных живых организмов и понять с их помощью процессы формирования и эволюции жизни на различных объектах Солнечной системы. Открытие петербургских молекулярных микробиологов лишь приоткрыло завесу в неизведанный мир. Поэтому вся научная общественность с нетерпением ждет продолжения этих исследований, теперь уже с образцами «свежезамороженного» ледяного керна из поверхностной воды подледникового озера Восток.

С.А.Булат (ФГБУ «ПИАФ»),
В.В.Лукин (ААНИИ)