

БАКТЕРИАЛЬНОЕ РАЗРУШЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ МЕТЕОРИТОВ

А.В. Папазян¹, Г.А. Яковлев², Н.Н. Фирсов¹, В.И. Гроховский²

¹Департамент «Биологический факультет», Институт естественных наук, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, parazyu94@gmail.com

²Физико-технологический институт, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, yakovlev.grigoriy@gmail.com

Ежегодно на нашу планету выпадают десятки тысяч тонн космического вещества в виде космической пыли, микрометеоритов и метеоритов. С точки зрения биологов наибольший интерес представляет наличие в образцах метеоритного вещества форм внеземной жизни, и, как следствие этого, возможность панспермии.

В меньшей степени исследована судьба метеоритного вещества в земных условиях, когда оно контактирует со свободным кислородом земной атмосферы и жидкой водой, а также с микроорганизмами, населяющими поверхность суши и гидросферу. Микроорганизмы могут существенно ускорять процессы разрушения метеоритных минералов как в результате активного использования их в качестве источников энергии (восстановленные соединения), или пассивного разрушения для обеспечения себя необходимыми биогенными элементами. В первую очередь речь идет о литотрофных организмах, способных получать энергию за счет окисления неорганических соединений. В тоже время в зонах активного развития органотрофных организмов (почва, водные источники) за счет разложения органических

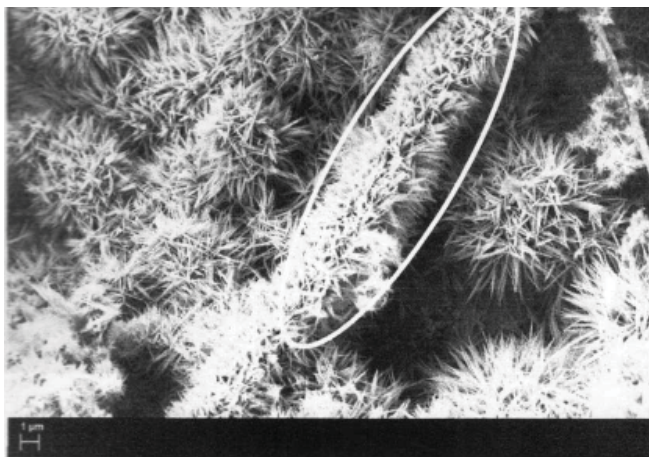


Рис. 2. Клетки *Leptothrix sp.* на поверхности образца метеорита Сихотэ-Алинь

веществ может существенно изменяться рН среды, что способствует абиогенному разрушению минералов [Фирсов; 2012]. В нашей работе мы предприняли попытку изучить разрушение железных метеоритов под воздействием железобактерий, представителей литотрофных микроорганизмов, способных получать энергию за счет окисления восстановленного железа в кислородных условиях и осуществляющих хемосинтез [Заварзин, 2004].

Для исследования нами выбраны два образца железных метеоритов – Сихотэ-Алинь и Чинге, полученных из метеоритной коллекции УрФУ. Из образцов изготавливали шлифы, которые обрабатывали 1 % соляной кислотой с целью удаления возможных окислов, после чего их отмывали дистиллированной водой и высушивали до постоянного веса.

Подготовленные образцы помещали в стерильную питательную среду Лиске, следующего состава (в г на 1л воды): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 1,5; K_2HPO_4 – 0,05, KCl – 0,05; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,05; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,01 [Аристовская, 1962]. В качестве источника железобактерий (инокулят) брали илистые отложения медленнотекущего пресноводного ручья, содержащие железобактерии рода *Leptothrix* (рис. 1). Метеоритные образцы экспонировали в растущей культуре бактерий при 10 °С в течение 4 недель в стеклянных колбах в тонком слое жидкой среды для обеспечения аэробноза. После помещения образцов в среду снова обрабатывали HCl (1 %).



Рис. 1. Микроскопический препарат железобактерий рода *Leptothrix* из природного источника.

Стрелкой 1 показана нитчатая колония клеток, стрелкой 2 показана колония клеток в слизистом чехле, содержащем $\text{Fe}(\text{OH})_3$, стрелкой 3 показан материал отмерших клеток

Таблица 1. Массы метеоритных образцов до и после экспонирования и обработки HCl. Погрешность измерений составляла $\pm 0,00005$ г

Метеорит	Исходная масса образца, г	Масса после эксперимента и удаления клеток бактерий, г	Масса после травления образца HCl, г	Уменьшение массы после культивирования, %	Уменьшение массы после травления HCl, %
Чинге	1,1904	1,1893	1,1745	0,09	1,34
Сихотэ-Алинь	2,6671	2,6631	2,6328	0,15	1,29



Рис. 3. Поверхность образца метеорита Чинге после бактериального воздействия и обработки 1 % HCl

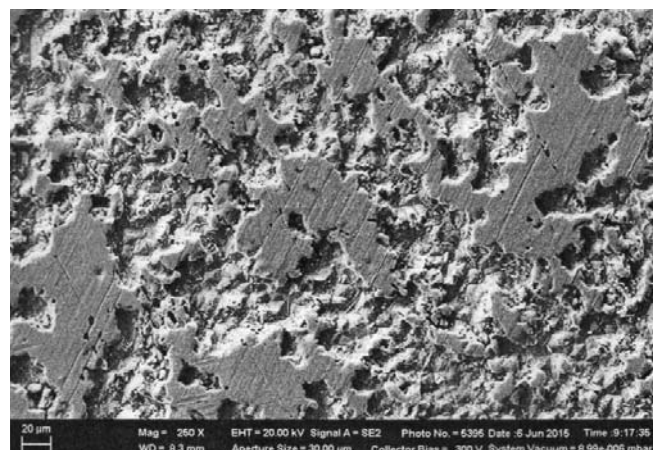


Рис. 4. Поверхность образца метеорита Сихотэ-Алинь после бактериального воздействия и обработки 1 % HCl

Разрушение метеоритных образцов оценивали по изменению их массы и исследованию поверхности методами атомно-силовой микроскопии (АСМ).

По окончании опыта отмечали, что оба образца обрастали мощной слизистой капсулой ржавого цвета, представляющих скопление бактериальных клеток. Микроскопические исследования показали наличие на поверхности образцов бактериальных клеток с отложением окислов железа в капсулах (рис. 2). Изменения массы метеоритных образцов представлены в таблице 1.

Как видно из этих данных в результате контакта с клетками бактерий метеоритные образцы потеряли в весе более 1 % своей массы. Электронно-микроскопическое исследование шлифов до и после бактериальной обработки подтверждало развитие шероховатости вследствие разрушения метеоритных образцов (рис. 3, 4).

Таким образом, установлено, что образцы железных метеоритов Чинге и Сихотэ-Алинь в природной среде подвергаются активному разрушению железобактериями. Важную роль играет способность бактерий создавать микросреду разрушения за счет обрастания образца мощной слизистой капсулой. При этом наличие микробной капсулы снимает вопрос о возможности окисления железа кислородом, растворимым в воде.

Разрушение метеоритной поверхности в земных условиях ставит вопрос о сохранности метеоритов,

выпавших на поверхность Земли. Очевидно, что мелкие метеориты будут быстрее разрушаться и интегрироваться в земное вещество, поскольку они имеют большое соотношение поверхности к объему. Существенное значение приобретает также плотность метеоритного вещества. Более ранними исследованиями нами показано, что образец Сихотэ-Алиньского метеорита даже после непродолжительного пребывания в микробной культуре терял свою целостность и распадался на более мелкие части [Yakovlev, 2013].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-05-96045-r – ural-a.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристовская В.Г. и др.; под общей редакцией Селибера Г.Л. Большой практикум по микробиологии. Москва: Высшая школа, 1962. 490 с.
2. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2004. 348 с.
3. Фирсов Н.Н., Воропаева О.В. Роль микроорганизмов в природном преобразовании минералов // Материалы IV Всероссийской молодежной научной конференции «Минералы, строение, свойства, методы исследования».
4. Yakovlev G.A. et al. 2013, Meteoritics and Planetary Science, 48, S1, 5292.