

4. Вольфович С. И., Берлин Л. Е., Гришлан Л. Производство суперфосфата из апатита // Хибинские апатиты
5. Гуткова Н. Н. Апатиты Хибинских тундр
6. Кидин В.В., Торшин С.П. Агрохимия. Учебник // М.: Проспект, 2016
7. Ковалев Н.Д., Атрошенко М.Д., Деконнор А.В., Литвиненко А.Н. Основы земледелия и растениеводства // М.: Сельхозиздат, 1963
8. Лабунцов А. Н. К вопросу об использовании хибинского апатита в нашей фосфатной промышленности
9. Лабунцов А. Н. Полезные ископаемые Хибинских тундр и Кольского полуострова
10. Осипов А.И. Роль удобрений в плодородии почв и питании растений // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения, 2020
11. Основы агрономии: учебное пособие/Ю.В. Евтефеев, Г.М. Казанцев. — М.: ФОРУМ, 2013. — 368 с.: ил.
12. Токарев А. Д., Петров В. П., Макарова Е. И. Создание апатитовой промышленности в Хибинах как исторический раннесоветский опыт хозяйственного освоения заполярного региона 1920-1930-х гг.
13. Федоров Е. С. Белое море как источник материала для сельскохозяйственной культуры
14. Эйхвельд И. Г. В Хибины за апатитами
15. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия/Под ред. Б.А. Ягодина. — М.: Колос, 2002. — 584 с.: ил.

## **РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПРОЦЕССАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ И ЭКЗОГЕННОМ ПРЕОБРАЗОВАНИИ МИНЕРАЛОВ**

**Николаева Ксения Павловна**, студент 2 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Научные руководители: Наумов Владимир Дмитриевич**, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Арешин Николай Александрович**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Актуальность: Взаимоотношение мира минералов и мира микроорганизмов – одна из актуальных проблем современного естествознания [4].

Цель работы: изучить роль микроорганизмов в процессах выветривания и экзогенном преобразовании минералов.

Задачи работы: ознакомиться и провести сопоставление и анализ литературы по процессам выветривания и экзогенному преобразованию минералов.

Методы: системный анализ, сравнительный и реферативный методы научных исследований.

### **Экзогенное преобразование минералов**

Микроорганизмы занимают важное место в экзогенном преобразовании минералов через процессы, которые являются частью биогеохимических циклов различных химических элементов, в том числе элементов минерального питания растений [6].

Экзогенный процесс — это процесс внешней динамики Земли, происходящие под воздействием воздуха, воды, изменений температуры, льда, снега, живых организмов.

Минералы, образованные под воздействием экзогенного процесса, имеют следующие свойства: относительно маленькая твердость, способность вступать в контакт с водой [7].

Микроорганизмы, способные разлагать минералы, вовлечены в разложение минералов через биогеохимические циклы, такие как углеродный, азотный, серный и фосфорный [6].

Понятие минерализации почвоведении и палеонтологии различаются.

В почвоведении минерализация – это распад соединений в органическом веществе с высвобождением содержащихся в них питательных веществ в виде растворимых неорганических соединений, которые затем становятся доступными для растений [10].

**Биоминерализация** – сложный процесс и широко распространенное в природе явление, при котором под действием живых организмов образуются разнообразные неорганические минералы. В процессе биоминерализации участвуют два механизма [9]:

а) биологически контролируемая минерализация (БКМ). Минералы формируются внутриклеточно, живой организм создаёт полный контроль над этапами зарождения и роста минерала. Все частицы минерала одного размера и со стойкой морфологией. Пример: раковины беспозвоночных.

б) биологически стимулированная минерализация (БИМ). Процесс происходит внеклеточно. Структура и свойства минералов, которые были получены в результате процесса, сильно зависят от условий окружающей среды. БИМ обычно протекает анаэробно [5].

Одним из видов биогенных минералов является **опал**, который образуется из Si, накапливаемого растениями и водными организмами в виде так называемых фитолитов. Опал образуется в различных условиях окружающей среды. Биогенный опал входит в состав почв. Фитолиты опала почвы в основном получают из трав. Также в почву может попасть опал, образующий спикулы губок, диатомовые водоросли и радиолярии, в результате выветривания коренных отложений [8].

### **Выветривание**

К экзогенным процессам относится выветривание [3].

**Выветривание** – это разрушение горных пород и минералов под воздействием ряда факторов окружающей среды, называемых агентами выветривания. К ним относятся солнечные лучи, механическое и химическое воздействие воды, воздуха и живых организмов. Традиционно, отдельно выделяется биогенное выветривание (под действием живых организмов) [3].

Прямое воздействие микроорганизмов на минералы осуществляется тогда, когда клетки микроорганизмов находятся в прямом контакте с минеральными частицами. Установлено, что значительная доля (80–90%) клеток микроорганизмов в почвах находится в адгезированном состоянии – достаточно прочно прикреплена к поверхности твердых частиц, также эта доля может изменяться при изменении внешних воздействий. Важным фактором, способствующим адгезии клеток бактерий на поверхности как минеральных, так и органических субстратов, является наличие на стенках бактерий различных функциональных групп – карбоксильных, аминогрупп, фосфорных, сульфгидрильных, спиртовых и других [2].

Косвенное влияние почвенной биоты на выветривание минералов весьма разнообразно и складывается из воздействия на минералы различных продуктов жизнедеятельности биоты, включая кислоты, основания и хелатообразователи. Более активными компонентами микробиоты являются микоризные грибы, микроскопические грибы, бактерии (нитрификаторы, тибациллы, псевдомонады, спорообразующие бактерии) и водоросли. Высшие растения также участвуют в выветривании минералов и в процессе своей деятельности могут выделять в окружающую среду протон за счёт полного поглощения катионов по сравнению с анионами [2].

В процессах разрушения минералов участвуют лишайники, водоросли, корни растений, грибы, бактерии и актиномицеты. Более значимые микроорганизмы-кислотообразователи,

например, нитрификаторы, тионовые бактерии, микромицеты [1]. Важно отметить, что в организмах диатомей содержится раковина, состоящая из кремнезёма. Содержание кремния в диатомовых водорослях превышает содержание углерода, что позволяет считать их важными, с точки зрения почвообразования, представителями кремниевых форм.

### **Вывод**

Почвенные микроорганизмы играют важнейшую роль в разрушении минералов почвообразующих пород. Микробы воздействуют на минералы кислотами, щелочами, хелатами, образуя кремнийорганические соединения. Очень высока вероятность, что существуют другие, еще не раскрытые, механизмы. Данный вопрос требует дальнейшего изучения.

### **Литература**

1. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв: Учебник. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Изд-во МГУ, 2005. — 445 е., илл. — (Классический университетский учебник). ISBN 5-211-04983-7 (Дата обращения: 22.11.2023).
2. ПОЧВОВЕДЕНИЕ, 2011, № 1, с. 64–81. РОЛЬ ПОЧВЕННОЙ БИОТЫ В ПРОЦЕССАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ МИНЕРАЛОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) \* © 2011 г. Т. А. Соколова Факультет почвоведения МГУ, 119991, Москва, Ленинские горы. (Дата обращения: 13.11.2023).
3. Карпенко, Н.П. Геология: методические указания /Н. П. Карпенко, И. М. Ломакин, В. С. Дроздов: Российский государственный аграрный университет– МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2019. – 68 с. (Дата обращения: 13.11.2023).
4. Н.П. Юшкин, Биоминеральные взаимодействия: 42-е чтение им. В.И. Вернадского, 12 марта 2002 г./отв. ред. Э.М. Галимов – М: «Наука», 2002. – 60 с. ISBN 5-02-006180-1 (Дата обращения: 24.11.2023).
5. Антонова А.В. «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» магистерская диссертация «Исследования биогенных преобразований ферригидрита и магнетита»/Антонова Ангелина Владимировна; науч. рук. Чистякова Н.И.; Москва 2017. – 65с. – URL: [http://genphys.phys.msu.ru/rus/diploma/diploma2017/Antonova\\_AV\\_Master\\_Diploma\\_mod.pdf](http://genphys.phys.msu.ru/rus/diploma/diploma2017/Antonova_AV_Master_Diploma_mod.pdf) (Дата обращения: 22.11.2023).
6. «Геологическая деятельность бактерий 6 класс: основные аспекты и значение»// aum108.ru: [сайт]. – 2023. - URL: <https://aum108.ru/geologiceskaya-deyatelnost-bakterii-6-klass-osnovnye-aspekty-i-znachenie/> (Дата обращения: 21.11.2023).
7. «Характеристика и свойства основных породообразующих минералов, классификация по происхождению»// Мой камень: [сайт]. - URL: <https://moykamen.com/galereya/porodoobrazuyushchie-mineraly.html#i-3> (Дата обращения 21.11.2023).
8. Michael J. Goss «Encyclopedia of Soils in the Environment»:2023 ISBN 978-0-12-822974-3 (Дата обращения: 21.11.2023).
9. Kesong Liu, Lei Jiang «Modern Inorganic Synthetic Chemistry»// ScienceDirect: [сайт]. – 2011. – URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780444535993/modern-inorganic-synthetic-chemistry> (Дата обращения: 22.11.2023).
10. Mike H. Beare, David C. Coleman (May 1994), «Aggregate-Protected and Unprotected Organic Matter Pools in Conventional and No-Tillage Soils»// ResearchGate: [сайт]. – 1994. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/238174789\\_Aggregate-Protected\\_and\\_Unprotected\\_Organic\\_Matter\\_Pools\\_in\\_Conventional\\_and\\_No-Tillage\\_Soils](https://www.researchgate.net/publication/238174789_Aggregate-Protected_and_Unprotected_Organic_Matter_Pools_in_Conventional_and_No-Tillage_Soils) (Дата обращения: 23.11.2023)