

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Л. Е. НОВОРОССОВА, Н. П. РЕМЕЗОВ и Н. Н. СУШКИНА

РАЗРУШЕНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТОВ ПОЧВЕННЫМИ БАКТЕРИЯМИ

(Представлено академиком Б. Б. Польшовым 20 V 1947)

В процессе образования многих почв происходит разрушение алюмосиликатов, в том числе полевых шпатов и каолинита. В большинстве случаев это разрушение объясняли воздействием кислых почвенных растворов, хотя лабораторные опыты не давали для такого вывода оснований. Наоборот, все наблюдения свидетельствовали о большой химической стойкости названных минералов (2, 3).

Вернадский (1) неоднократно писал, что разрушение алюмосиликатов происходит в почвенной среде, не только содержащей продукты жизни, т. е. кислород, углекислоту и органические кислоты; но и богатой жизнью. Он возражал против широко распространенного представления о разрушении алюмосиликатов под влиянием углекислоты и гумусовых кислот. По мнению Вернадского, стойкие циклические группировки, из которых построены алюмосиликаты, в условиях коры выветривания могут быть разрушены лишь в результате непосредственного воздействия живых организмов.

Предпринятые Бассаликом (4) и Тилем (5) попытки установить присутствие в почве бактерий, способных разрушать алюмосиликаты, не увенчались должным успехом вследствие методически неправильного подхода к решению вопроса. В опытах названных исследователей в раствор переходили лишь следы кремнекислоты и глинозема, следовательно, разрушения циклических группировок, из которых построены алюмосиликаты, не происходило.

В 1945 г. авторами данной статьи начаты работы по выяснению роли микроорганизмов в разрушении алюмосиликатов при подзолообразовании. Полученные результаты подтвердили правильность высказанных Вернадским положений.

Для исследования были взяты ортоклаз, микроклин, оливниновая порода, биотит, каолинит*. Измельченные и пропущенные через сито с диаметром отверстий 0,25 мм минералы вносили в колбы, содержащие питательные среды, необходимые для развития бактерий. Одну серию колб заражали исследуемой почвой, а другую оставляли для контроля. Развитие бактерий наблюдалось лишь в средах, содержащих сахар, аспарагин и фосфат аммония. При отсутствии в среде сахара или соединений азота развитие бактерий не было обнаружено.

Произведенные через два месяца анализы показали в зараженных почвами колбах большее содержание в растворе кремнекислоты и глинозема, чем в контрольных. Из этих колб путем повторных пересевов были получены накопительные культуры бактерий, с которыми были поставлены новые опыты.

* Образцы получены из Минералогического музея Академии Наук СССР.

Уже по внешнему виду содержимого колб в этих опытах можно было заметить изменения, происшедшие с исследуемыми минералами. В колбах с ортоклазом, микроклином и каолинитом жидкость над минералом стала мутной, на стенках появился белый налет. Порошок минерала был едва заметен среди объемистого гелеобразного осадка. При встряхивании эта масса разбивалась, освобождая отдельные остекляневшие зерна минерала.

Для учета степени разложения минералов по окончании опыта производили определение кремнекислоты, глинозема и железа *, перешедших в раствор и извлекаемых 5% КОН. Щелочная вытяжка была введена для учета той части кремнекислоты и полуторных окислов, которые после растворения могли вновь выпасть в осадок. Поскольку питательные среды могли оказывать небольшое растворяющее действие, те же определения производили в контрольных колбах, т. е. не зараженных накопительными культурами бактерий. В таблицах дана разность между количеством окислов, извлеченных из минералов в условиях заражения накопительной культурой и в условиях контрольных опытов. Таким образом, приводимые числа позволяют судить о размере растворяющей деятельности бактерий.

Для опытов были взяты образцы дерново-подзолистой суглинистой почвы в типе леса *Pic. oxalidoso-myrttilosum* Истринского лесхоза Московской области и солоди из-под березового колка Зап. Сибири (Бараба). В опыте с микроклином при внесении накопительной культуры, выделенной из дерново-подзолистой почвы, в обе вытяжки в сумме перешло около 5% кремнекислоты и столько же глинозема. При заражении накопительной культурой из солоди обнаружено меньшее разрушение микроклина; в растворимое состояние перешло около 2% кремнекислоты и около 2% глинозема. Значительно более сильным было растворение каолинита.

Таблица 1

Разрушение алюмосиликатов накопительными культурами бактерий из дерново-подзолистой почвы Московской обл. и солоди из Зап. Сибири

Минерал	Откуда взята накопительная культура для заражения	В процентах от валового содержания								
		Водная вытяжка			Вытяжка 5% КОН			Сумма		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Микроклин	Дерново-подзолистая почва, гор. А ₂	1,0	2,6	следы	4,2	2,6	следы	5,3	5,2	следы
»	Солодь, гор. А ₂	1,2	следы	0	0,7	1,9	»	1,9	1,9	»
Каолинит	Солодь, гор. А ₂	3,3	0,8	0	0,9	0,8	0	4,2	1,6	0

Опыты с оливином и биотитом показали очень небольшое разрушение этих минералов, граничащее с точностью метода исследования. Внесение накопительной культуры из целинного чернозема Курского заповедника совершенно не вызвало увеличения растворения микроклина и каолинита по сравнению с контрольными опытами.

Приведенные результаты исследований показали присутствие в горизонте А₂ подзолистых почв и солодей бактерий, способных разру-

* Все определения сделаны колориметрически: кремнекислота по методу Изаакса, алюминий оксихинолиновым, а железо сульфосалициловым методами.

шать алюмосиликаты. Опыты, поставленные с другими горизонтами подзолистых почв, дали сходные результаты, хотя интенсивность разложений была различной.

В дальнейшем были предприняты попытки выделить из накопительных культур в чистом виде бактерии, обладающие способностью разрушать алюмосиликаты. После серии неудачных опытов была выделена слизистая палочка, которая встречалась в значительных количествах во всех колбах, где шло разложение минералов. Поставленные с этой палочкой опыты показали ее способность разрушать микроклин и каолинит (табл. 2).

Таблица 2

Разложение алюмосиликатов слизистой палочкой, выделенной из подзолистого горизонта дерново-подзолистой почвы

Минерал	Продолжительность опыта, в днях	Извлечение в % от валового содержания					
		Водной вытяжкой		5% КОН		Сумма	
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃
Каолинит	10	0,2	0,2	0,8	0,3	1,0	0,5
»	20	0,3	0,5	0,4	0,5	0,7	1,0
Микроклин	10	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9
»	20	0,2	0,2	0,8	0,3	1,0	0,5
»	30	0,8	0,3	0,8	1,4	1,6	1,7
»	60	0,7	0,2	0,3	1,3	1,0	1,5

Разрушение минералов под влиянием слизистой палочки протекает сравнительно быстро. Уже через 10 дней после постановки опыта анализ обнаружил заметное растворение. Продолжительность опыта более 30 дней не увеличивает растворения, наблюдается даже некоторое понижение, что можно объяснить образованием вторичных минералов, которые устойчивы в отношении 5% КОН. Поскольку в условиях опыта продукты жизнедеятельности бактерий не удалялись, то это должно было вызывать естественное замедление, а затем прекращение процесса. Встреченные при проведении опытов в текучих культурах технические трудности пока не удалось преодолеть. Опыты со слизистой палочкой, выделенной из других образцов дерново-подзолистых почв, дали тождественные результаты.

Проведенные анализы обнаружили значительное потребление сахара развивающимися бактериями. Через месяц от внесенных 1000 мг сахара оставалось 10—20 мг. Одновременно установлено появление масляной, муравьиной и уксусной кислот. Несмотря на образование названных кислот, реакция в культурах оставалась близкой к нейтральной (рН=6,8—7,2), так как имеющихся оснований хватало для нейтрализации образующихся кислот.

Описанные результаты исследований с достаточной убедительностью показывают присутствие в подзолистых почвах бактерий, способных в заметных количествах разрушать полевые шпаты и каолинит. Можно думать, что в природных условиях эти организмы, живущие в подзолистых почвах, осуществляют в процессе подзолообразования разложение названных минералов. Возникающие растворимые продукты затем выносятся нисходящим током влаги, обуславливая характерное для почв подзолистого типа расчленение профиля на генетические горизонты. В солодах также присутствуют бактерии, способные разрушать алюмосиликаты.

Работы по изучению природы бактерий, способных разрушать алюмосиликаты, и выяснению сущности этого процесса продолжают.

Московский государственный
университет им. М. В. Ломоносова

Поступило
20 V 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. И. Вернадский, Очерки геохимии, 1934. ² Н. П. Ремезов, Почвоведение, № 8 (1937). ³ Н. А. Ремезов, там же, № 6 (1947). ⁴ K. Bassalik, Z. Gährungsphysiologie, 2, 1 (1912); 3, 15 (1913). ⁵ G. A. Thiel, J. of Geology, 35, 647 (1937).