

# КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Известия ТСХА, выпуск 3, 1981 г.

УДК 631.442.4:631.417

## ИЗМЕНЕНИЯ ПОКРОВНОГО СУГЛИНКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

М. В. БАЗИЛИНСКАЯ, Т. С. ЗВЕРЕВА

(Кафедра почвоведения, Центральный музей почвоведения им. В. В. Докучаева)

Взаимодействие минеральной части почвы с органическими соединениями, образующимися при разложении растительного опада, — процесс, обуславливающий направление почвообразования. Изучать его в природе очень сложно, поэтому для выяснения различных частных вопросов почвообразования прибегают к моделям. Нами были проведены модельные опыты, в которых изучалось действие на слюдистые и глинистые минералы водорастворимых органических веществ, извлекаемых из свежей и разлагающейся растительности. Результаты их приведены в [2—4]. В настоящей работе исследовалось изменение более сложного субстрата — покровного суглинка.

Образцы покровного суглинка, взятого с глубины 120—140 см в учхозе «Михайловское» Тимирязевской академии (Подольский район Московской области), обрабатывали экстрактами из свежей и разлагаю-

щейся растительности (хвои ели, опада березы и мха сфагнома) 11 раз в опыте 1 и 9 раз в опыте 2. Методика компостирования и условия опытов подробно описаны ранее [2, 5—7]. Следует отметить, что в опыте 1 с вытяжками вносилось разное количество органического вещества (табл. 1), а в опыте 2 вытяжки были выравнены по содержанию углерода [2, 7]. Кроме того, в опыте 2 введен вариант с обработкой породы катионированными вытяжками, т. е. пропущенными через смолу КУ-2 в  $H^+$ -форме.

Химический состав суглинка следующий (% на абсолютно сухую навеску):  $SiO_2$  — 70,08;  $Al_2O_3$  — 11,95;  $Fe_2O_3$  — 4,55;  $CaO$  — 0,80;  $MgO$  — 4,85;  $P_2O_5$  — 0,14;  $K_2O$  — 2,07;  $Na_2O$  — 1,35;  $SO_2$  — 0,21;  $MnO$  — 0,09; потери при прокаливании 4,13 %. Содержание обменных оснований:  $Ca$  — 0,23,  $Mg$  — 0,21,  $K$  — 0,0018,  $Na$  — 0,008 моля,  $pH_{вод}$  6,20.

Т а б л и ц а 1

Поглощение органического вещества и фенольных соединений за весь период опыта

Вытяжка	Опыт 1				Опыт 2 (в числителе — исходная вытяжка, в знаменателе — катионированная)			
	С		фенольные соединения		С		фенольные соединения	
	внесено, мг/100 г	поглощено, % от внесенного	внесено, мг/100 г	поглощено, % от внесенного	внесено, мг/100 г	поглощено, % от внесенного	внесено, мг/100 г	поглощено, % от внесенного
Из гумифицированной растительности								
Хвои ели	680,5	42,9	197,4	23,8	800	59,5	28,6	100
					800	45,4	88,5	
Опада березы	708,4	68,7	59,8	64,9	800	63,1	60,5	100
					800	61,7	62,4	
Мха сфагнома	639,8	72,1	101,2	17,1	800	53,5	75,5	100
					800	67,7	90,5	
Из свежих растительных остатков								
Хвои ели	4378,6	62,2	498,1	57,3	800	57,4	82,3	100
					800	45,2	57,7	
Опада березы	3555,3	43,3	336,4	59,5	800	53,8	65,8	100
					800	42,1	62,5	
Мха сфагнома	2402,2	52,4	154,5	55,8	800	38,6	38,5	100
					800	48,4	42,3	

До пропускания через породу и после взаимодействия определяли объем фильтратов, их pH, зольный состав, количество органического вещества, фенольных соединений, аминокислот и качественный состав низкомолекулярных органических кислот. Более подробно методика приведена в [3, 6].

Воздушно-сухие образцы покровного суглинка диспергировали ультразвуком и разделяли на фракции больше и меньше 0,01 мм. Частицы >0,01 мм просматривали под микроскопом с целью выяснения степени изменения минеральных зерен и агрегирования вещества. Затем образцы опыта 2 обрабатывались 20 %-ной перекисью водорода и снова отмучивалась фракция <0,01 мм. Крупную фракцию разделяли по плотности и массе больше и меньше 2,76 г/см<sup>3</sup> и просматривали под микроскопом в иммерсионных жидкостях. Частицы <0,01 мм изучали рентген-дифрактометрическим методом, затем выделяли фракцию <0,005 мм и опять снимали дифрактограммы.

В опыте 1 суглинок поглощал из свежей растительности в 3—5 раз больше органического вещества и фенольных соединений, чем из вытяжек гумифицированной растительности (табл. 1). В опыте 2 из катионированных вытяжек сорбировалось меньше органического вещества, чем из исходных. Исключение составили варианты со сфагнумом. Напротив, фенольных соединений больше поглощалось из исходных вытяжек, кроме экстрактов из свежей хвои ели.

Количество солей и отдельных элементов, внесенных с вытяжками в опыте 2, приведено в табл. 2. Из исходных самыми богатыми оказались водные экстракты из опада березы и гумифицированной хвои ели. Размеры выноса и поглощения солей и отдель-

ных элементов породой за весь период опыта 2 отражены на рисунке.

Из рисунка видно, что все экстракты, кроме исходных вытяжек из гумифицированной хвои ели, извлекают из суглинка больше зольных элементов, чем вносятся с вытяжками. При этом катионированные вытяжки в большинстве случаев более агрессивны, чем исходные. Это касается в основном кальция, магния и натрия. Калий сорбируется породой из исходных вытяжек и извлекается катионированными. Железо выносится всеми экстрактами, причем катионированными в большинстве случаев сильнее, чем исходными. Кремний десорбируется из суглинка вытяжками, сравнительно бедными этим элементом, и сорбируется из богатых им. Количество поглощаемых породой фосфора и NH<sub>4</sub> пропорционально содержанию их в вытяжках. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> извлекается из суглинка во всех вариантах опыта, и катионированными экстрактами — значительно сильнее, чем исходными.

Таким образом, под действием экстрактов из растительных остатков произошло изменение химического состава породы за счет поглощения углерода, аммиака и фосфора, в некоторых вариантах — калия и кремния, а также выноса кальция, магния, натрия и железа.

Наблюдения под микроскопом показали, что во всех вариантах опыта зерна первичных минералов, включая кварц, подвергались коррозии. На поверхности минералов обнаружены бурые пленки гидроокислов железа и органического вещества. Количество зерен, покрытых пленками, а также количество агрегатов при обработке экстрактами из свежей растительности были заметно меньше, чем из гумифицированной.

В табл. 3 приведены результаты иммерсионного анализа фракции <0,01 мм об-

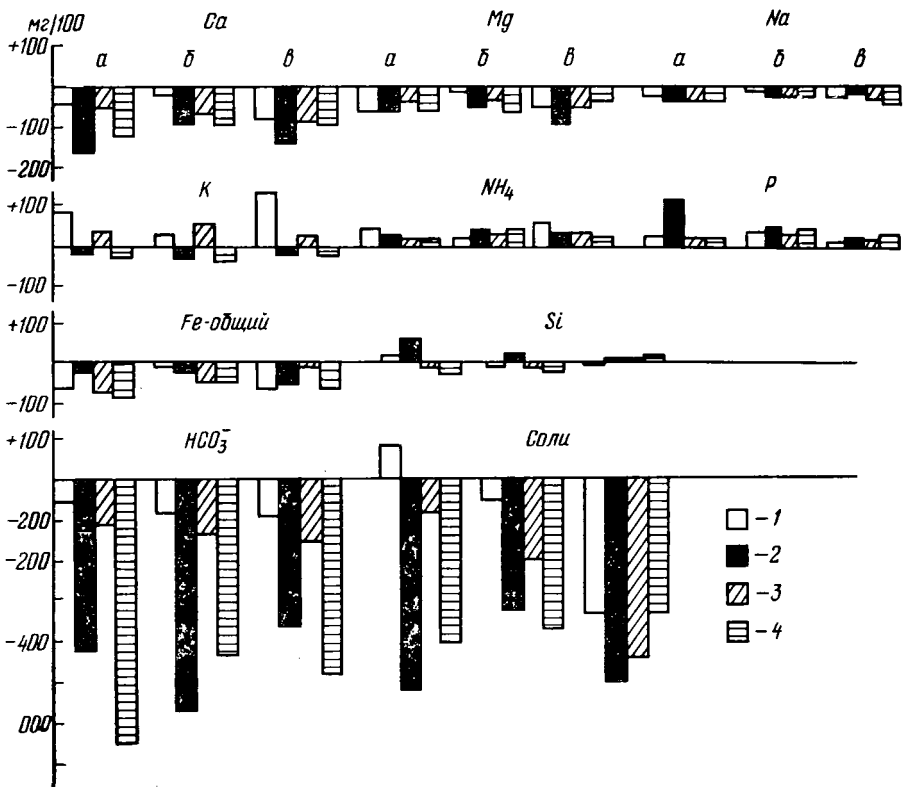
Т а б л и ц а 2

Внесение катионов и анионов (мг на 100 г суглинка) за опыт 2 с исходной (в числителе) и катионированной (в знаменателе) вытяжками

Вытяжка	Соли	Ca	Mg	Na	K	Fe общее	Si	P	NH <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Из гумифицированной растительности										
Хвои ели	695	158	33	7	161	41	24	22	41	184
	404	0	1	1	9	81	210	14	22	0
Опада березы	561	132	44	8	97	65	32	47	14	241
	132	0	0	1	2	78	42	60	10	0
Мха сфагнума	371	17	4	9	211	35	25	17	32	55
	113	0	1	0	10	48	31	24	24	0
Из свежих растительных остатков										
Хвои ели	158	5	4	1	76	6	16	15	21	10
	36	0	0	0	1	6	18	16	21	0
Опада березы	438	35	42	4	121	16	15	55	14	110
	205	0	1	0	4	23	26	80	12	0
Мха сфагнума	312	9	7	4	65	8	19	20	25	30
	106	0	0	1	29	11	31	26	15	0

Минералогический состав фракции >0,01 мм покровного суглинка после обработки исходной (в числителе) и катионированной (в знаменателе) вытяжками из растительности в опыте 2

Минералы	Без обработки	После обработки вытяжками из					
		гумифицированных			свежих		
		хвои ели	опада березы	мха сфагнума	хвои ели	опада березы	мха сфагнума
Легкая фракция, % от числа зерен:							
Кварц	44,5	52,5	58,0	65,0	40,5	46,5	49,0
		51,0	58,5	64,4	67,0	35,5	58,0
Полевые шпаты	25,0	3,5	8,0	12,0	3,5	7,0	10,0
		7,0	2,5	2,5	3,0	2,5	8,0
Слюды	7,5	2,0	2,0	4,5	2,0	6,5	1,5
		сл	2,0	4,5	2,0	1,0	2,0
Хлорит	4,0	7,0	1,5	2,5	0,5	1,0	1,0
		1,0	1,0	2,0	0,5	сл	сл
Агрегаты и трудно-определимые зерна	19,0	35,0	30,5	16,0	53,5	39,0	38,5
		40,0	36,0	27,0	27,5	61,0	31,5
Тяжелая фракция, % от числа зерен:							
Рудные черные	50,0	56,0	45,5	53,0	59,0	58,5	57,5
		59,5	69,5	52,0	63,0	57,5	57,5
Бурые окислы и гидроокислы	2,0	1,0	2,0	3,0	2,0	2,5	1,0
		1,5	0,5	1,5	1,0	0,5	0,5
Лейкоксен	6,0	6,0	7,0	4,0	2,5	2,5	2,5
		3,5	2,0	3,0	3,0	2,5	2,5
Циркон	6,0	13,0	12,5	13,0	14,0	12,5	13,5
		11,0	10,5	25,0	12,0	11,5	10,0
Гранаты	0,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0
		2,0	1,5	2,0	3,5	4,5	4,0
Турмалин	0,5	0	Сл.	Сл.	0	0	Сл.
		Сл.	0	0	0	0	Сл.
Рутил	4,0	3,5	2,0	3,5	4,5	3,5	6,0
		3,0	3,5	2,0	2,0	4,5	4,5
Сфен	5,0	Сл.	2,0	2,0	3,5	3,0	4,0
		1,0	5,0	Сл.	3,0	4,5	2,0
Анализ	0,5	2,0	2,0	0,5	Сл.	Сл.	0,5
		Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	0
Брукит	0,5	Сл.	Сл.	Сл.	0	0	Сл.
		0	0	0	0	0	0
Титанистые трудноопределимые	8,0	5,5	5,5	5,0	4,0	3,0	5,5
		1,5	1,5	4,0	3,5	2,5	4,5
Дистен	0,5	Сл.	Сл.	0,5	Сл.	0,5	Сл.
		0,5	0,5	0,5	Сл.	0,5	0,5
Ставролит	0	0	0	0	Сл.	Сл.	Сл.
		0	0,5	Сл.	Сл.	Сл.	0,5
Эпидот	12,0	13,5	13,5	7,0	5,0	8,5	4,5
		2,5	2,5	5,0	6,5	8,5	9,0
Пироксены моноклинные	0	0	0	0	0	Сл.	0,5
		Сл.	Сл.	0	Сл.	Сл.	Сл.
Амфиболы	4,5	6,5	6,5	5,5	3,0	3,0	2,5
		3,0	3,0	4,5	2,5	3,0	4,5



Вынос (—) и поглощение (+) анионов и катионов за период опыта 2.  
 а — хвоя ели; б — опад березы; в — мох сфагнум. 1 и 2 — исходная и катионированная вытяжки из гумифицированной растительности; 3 и 4 — исходная и катионированная вытяжки из свежей растительности.

разцов опыта 2. В результате взаимодействия суглинки с водорастворимым органическим веществом в легкой фракции происходило относительное накопление кварца и уменьшалось содержание полевых шпатов, слюд и хлоритов, увеличивалось количество трудноопределимых зерен. Катионированные вытяжки, как правило, действовали сильнее исходных.

Масса тяжелой фракции в обработанных образцах уменьшилась в 5—25 раз по сравнению с исходной породой. При этом в составе аксессуарных минералов произошли изменения. Снизилось, как правило, содержание эпидота, титанистых трудноопределимых минералов, сфена, лейкоксена. Количество рутила несколько уменьшилось под действием вытяжек из гумифицированной растительности и увеличилось при взаимодействии с экстрактами из свежей, а количество амфиболов — наоборот. Таким образом, указанные минералы разрушаются под действием водорастворимого органического вещества, извлекаемого из растительности.

Бурые окислы и гидроокислы, анатаз, дистен были более устойчивыми, содержание их в опытных образцах почти не менялось. Накопление циркона, гранатов и рудных черных минералов не зависело от действия реагентов. Однако значительное уменьшение массы тяжелой фракции в ре-

зультате взаимодействия с водными вытяжками свидетельствует о том, что все аксессуарии в той или иной мере растворяются. Эти данные согласуются с результатами определения железа, извлекаемого 0,1 н.  $H_2SO_4$  [1].

Рентген-дифрактометрический анализ фракции  $<0,01$  мм показал, что в нее входят монтмориллонит, гидрослюды, каолинит, небольшое количество хлорита, кварца и полевых шпатов.

Обработка экстрактами из растительности привела к деградации хлорита в смектитоподобный продукт или смешанно-слоистое образование хлорит — смектит. Наиболее интенсивная трансформация хлорита наблюдалась в опыте 2, причем катионированные вытяжки действовали на него сильнее исходных. В опыте 1 экстракты из свежей растительности были более агрессивными, чем из гумифицированной, что связано, видимо, с большим содержанием в них как органического вещества, так и низкомолекулярных органических кислот и фенольных соединений. В вариантах со свежим опадом березы и гумифицированным сфагнумом, наоборот, отмечалось усиление хлоритовых рефлексов. Причины этого явления пока не ясны.

С уменьшением глинистых частиц снижаются окристаллизованность минералов и содержание каолинита, кварца и полевых

шпатов. Хлорит в большинстве опытных образцов представлен в виде смешанно-слоистых образований. Как индивидуальный минерал он встречается в небольшом количестве только в вариантах с исходными вытяжками из гумифицированных мха и хвои ели (табл. 3). По всей вероятности, хлорит тонких и крупных фракций один и тот же.

Таким образом, можно ожидать, что в почвах тундры или переувлажненных почвах лесной зоны, в формировании профиля которых важная роль принадлежит низкомолекулярным органическим веществам, будут заметно разрушаться полевые шпаты, слюды, ферримagneзиальные алюмосиликаты и минералы, содержащие титан.

## Выводы

1. В результате взаимодействия покровного суглинка с водными экстрактами из свежей и гумифицированной растительности в нем накапливались углерод, азот, фосфор и отчасти калий, кремний и выносились кальций, магний, натрий, железо,  $\text{HCO}_3^-$ , что сопровождалось изменением минералогического состава суглинка.

2. Кварц, циркон, гранаты, рудные черные минералы относительно устойчивы к водным вытяжкам из растительности. Наибольшим изменениям подвергались полевые шпаты, слюды, хлорит, эпидот, несколько меньшим, но отчетливым — минералы, содержащие окислы титана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Базилинская М. В., Заболотнова Л. А. Влияние водорастворимого органического вещества на подвижность железа, алюминия и кремния в некоторых минералах и породе. — Изв. ТСХА, 1974, вып. 3, с. 105—113. — 2. Базилинская М. В., Зверева Т. С. Воздействие водных вытяжек из растительности на бентонит. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 1. — 3. Зверева Т. С., Базилинская М. В. О взаимодействии воднорастворимого органического вещества с бентонитом. — Почвоведение, 1976, № 11, с. 137—142. — 4. Зверева Т. С., Базилинская М. В. Изменение минералов слюдистого типа под действием водорастворимого органического вещества. — Тез. докл. V делег. съезда Всесоюз. общества почвоведов. Минск, 1977, вып. 1, с. 170—172. —
5. Кауричев И. С., Базилинская М. В., Заболотнова Л. А. Качественный состав водорастворимого органического вещества, извлекаемого из гумифицированных и негумифицированных растительных остатков. — Изв. ТСХА, 1972, вып. 2, с. 100—109. — 6. Кауричев И. С., Базилинская М. В., Заболотнова Л. А. Действие водных экстрактов из гумифицированных и свежих растительных остатков на некоторые минералы и породу. — Изв. ТСХА, 1972, вып. 3, с. 94—104. — 7. Кауричев И. С., Базилинская М. В., Заболотнова Л. А. Действие экстрактов из растительности на вынос и поглощение зольных элементов некоторыми минералами и породой. — Изв. ТСХА, 1976, вып. 5, с. 95—106.

*Статья поступила 22 июля 1980 г.*