

Г. И. МАХОНИНА
Уральский университет

Химический состав растений на отвалах некоторых месторождений Урала

Как уже показано нами ранее (Махонина, 1976, 1979, 1981), в химическом элементном составе травянистых растений достаточно полно отражаются все особенности химического состава пород в отвалах. Следовательно, химический состав пионерных растений может служить суммарным диагностическим критерием пригодности пород для целей биологической рекультивации.

В данной работе приводятся результаты определения макро- и микроэлементного состава травянистых растений на старых 100—200-летних отвалах Березовского (Свердловская область), Кочкарского (Челябинская область) месторождений габбро и отвалах четырех месторождений медистого песчаника (Пермская область).

Березовское месторождение и месторождения медистых песчаников находятся в подзоне южной тайги, Кочкарское — в лесостепной зоне Урала. Подробная характеристика природных условий этих районов приводится в ряде работ (Коротаев, 1961; Кушниренко, 1968).

Сбор растений для анализа проводился в фазе вегетации или цветения, собиралась только надземная часть. Растения анализировались на содержание азота, фосфора, калия, натрия, кобальта, марганца, титана, меди, свинца, молибдена. Макроэлементный состав определялся после мокрого озоления сухого растительного материала (Куркаев, 1959), микроэлементный — после сухого озоления и последующего анализа золы спектральным методом трех эталонов (Зырин и др., 1971). Результаты сравнивались со средними значениями в растениях (Глазовская, 1964; Ковда, 1956) и пороговыми концентрациями (Ковальский, 1974).

Химический состав растений на Березовском месторождении изучался на столетнем отвале заброшенного Шиловского карьера. За указанный период времени на отвале сформировался 80-летний сосновый лес с хорошо выраженным травянистым ярусом. Задерненность поверхности 100 %. Полученные данные позволяют сделать следующие выводы (табл. 1). Во всех проанализированных видах растений в 2—10 раз повышено содержание марганца и в 1,5—5 раз — титана. В границах предельно

Таблица 1

Химический состав растений на 100-летнем отвале Шиловского карьера

Растение	Зольность, %	мг/кг сухого вещества					
		Co	Mn	Ti	Cu	Pb	Mo
Мятлик ср.	7,84	0,78	172,48	29,00	20,38	1,33	0,94
Перловник поникающий	7,33	—	161,26	6,59	18,32	0,73	—
Осоковые	10,63	—	542,10	—	21,26	—	—
Клевер люпиновидный	6,51	25,38	170,88	188,79	39,06	42,96	9,76
Герань лесная	7,20	23,04	187,2	172,80	31,68	7,20	4,75
Хвощ лесной	13,14	—	75,55	—	15,76	2,75	—
Папоротник ср.	9,71	—	776,8	20,39	26,21	7,76	—
Сныть обыкновенная . .	13,2	—	306,9	—	12,54	1,98	—
Майник двулистный . .	8,68	22,13	338,5	173,6	30,40	6,33	3,55
Костяника	8,29	0,83	663,2	116,06	34,81	9,94	—

допустимой концентрации (10 мг/кг сухого вещества) находится концентрация свинца, за исключением клевера люпиновидного, в котором его в 4 раза больше. Много накапливается в растениях кобальта и молибдена, больше нормы в 3—10—25 раз (за исключением мятлика и костяники). Концентрация меди находится в пределах нормы.

Кочкарское месторождение габбро (Пластовский массив) разрабатывается давно, поэтому возраст старых отвалов 120—160 лет. Высота их 3—4 м. Основными породами в отвалах являются суглинки, глины, пески четвертичного времени, слабокислые, незасоленные. Зарастают отвалы как древесной, так и травянистой растительностью. Анализы растений приведены в табл. 2.

Сравнение с химическим составом растений на ненарушенных землях (Ковда, 1956) показало, что на старых вскрышных отвалах (Охотничий прииск) растения содержат меньше азота, фосфора (кроме злаков), калия (кроме злаков и хвощей) и натрия. Аналогичная картина в накоплении макроэлементов наблюдается и на старых эфельных и иловых отвалах.

В микроэлементном составе растений также есть некоторые особенности. В золе всех проанализированных видов повышено содержание титана в 2—250 раз, кобальта, свинца в 5—80 раз, молибдена в 5—20 раз. Во всех видах понижено содержание марганца в 2—8 раз, и у большинства видов меди в 2—6 раз.

Таким образом, травянистые растения на отвалах двух месторождений габбро имеют некоторые особенности в химическом составе.

Растения для анализа собирались на отвалах месторождений медистых песчаников, расположенных вблизи деревень Шимьяки, Верхние Сыры, Горный Хутор, Кояново в Пермской области. Возраст отвалов около двухсот лет. Все они заросли древесно-

Таблица 2

Химический состав растений на отвалах Кочкарского месторождения габбро

Растение	% в сухом веществе				п · 10 ⁻³ % в золе					
	N	P	K	Na	Co	Mn	Ti	Si	Pb	Mo
<i>Охотничий прииск</i>										
Вейник наземный с зональной почвы . .	1,50	0,15	1,85	0,07	4,4	1000,0	210,0	20,5	11,5	0,5
Мышиный горошек . .	1,77	0,20	1,71	0,13	4,4	120,0	80,0	3,5	7,8	0,5
Вейник наземный . .	1,63	0,20	1,70	0,08	—	390,0	—	10,2	5,8	—
Овсяница луговая . .	1,10	0,19	1,23	0,05	0,6	650,0	112,5	27,5	12,5	—
Крапива двудомная .	2,02	0,35	2,59	0,07	19,0	190,0	240,0	5,5	5,4	8,0
<i>Михайловские отвалы эфельные</i>										
Вейник наземный . .	1,37	0,23	1,64	0,14	—	440,0	—	8,5	7,6	0,75
Полынь горькая . . .	1,68	0,31	2,36	0,12	—	—	—	—	—	—
Хвощ луговой	1,44	0,15	2,16	0,07	3,0	120,0	102,5	5,4	11,5	7,8
Тысячелистник обыкновенный	1,14	0,20	2,16	0,08	—	—	—	—	—	—
Подорожник тонкоцветковый	1,22	0,23	1,71	1,30	—	—	—	—	—	—
<i>шловые</i>										
Порезник промежуточный	1,41	0,22	2,81	0,08	—	—	—	—	—	—
Пастернак луговой . .	—	—	—	—	—	650,0	9,5	4,0	0,5	—
Полынь ср	—	—	—	—	—	99,0	—	19,0	19,0	—
Подорожник тонкоцветковый	—	—	—	—	10,2	110,2	190,0	35,0	80,0	4,6
Тысячелистник обыкновенный	—	—	—	—	15,0	72,5	66,0	13,0	18,0	—

Таблица 3

Химический состав растений на отвалах медистых песчаников

Растение	% в сухом веществе				мг/кг сухого вещества					
	N	P	K	Na	Co	Mn	Ti	Cu	Pb	Mo
Злаковые	0,62	0,09	1,54	0,04	4,95	458,2	90,07	17,39	11,63	1,08
Бобовые	1,29	0,12	1,76	0,03	14,82	176,83	292,59	17,32	10,44	5,34
Мхи	0,69	0,10	0,57	0,03	—	276,85	742,48	66,59	97,18	9,09
Хвощи	0,92	0,19	2,23	0,02	—	101,2	17,5	57,00	4,6	5,5
Иван-чай	0,67	0,17	1,67	0,03	—	353,1	218,42	15,69	20,35	—
Грушанка sp.	0,67	0,08	0,89	0,02	—	700,5	454,7	10,40	42,5	1,2
Папоротник sp.	0,57	0,15	2,22	0,03	—	—	—	—	—	—
Герань лесная	0,67	0,53	2,23	0,05	—	181,9	592,8	8,40	20,0	—
Тысячелистник обыкновенный	0,70	0,16	2,05	0,01	—	—	—	—	—	—

травянистой растительностью. В древесном ярусе преобладают сосны, в травянистом — разнотравье. В табл. 3 приведены усредненные результаты.

Все растения на этих месторождениях отличаются низким содержанием азота, фосфора, натрия. Накопление калия разными видами происходит по-разному. Во мхах и хвощах его много, в тысячелистниках, папоротнике и злаках содержание близко к норме. В бобовых калия мало.

Из микроэлементов в злаках и бобовых в повышенных количествах находятся марганец (в 2—9 раз), во всех видах титан (в 2—90 раз), у злаковых и бобовых повышена концентрация кобальта (в 2—30 раз) по сравнению с пороговыми концентрациями. В некоторых видах повышено содержание свинца и молибдена. Весьма неожиданным оказался тот факт, что концентрация меди в растениях находится в пределах нормы. По-видимому, присутствие известняков в виде цемента в медистых песчаниках снижает растворимость меди и уменьшает ее доступность растениям.

Таким образом, проведенные анализы растений показали, что отвалы габбродобывающей и медной промышленности представляют собой особые экотопы, обогащенные и обедненные рядом макро- и микроэлементов, что и сказалось на химическом составе пионерных растений. Для успешного проведения биологической рекультивации недостающие элементы необходимо вносить в виде удобрений, а токсичность избыточных снижать, переводя в малорастворимые соединения.

ЛИТЕРАТУРА

Глазовская М. А., 1964. О биологическом круговороте элементов в различных ландшафтных зонах (на примере Урала).— В кн.: Физика, химия, биология и минералогия почв СССР. М.

Зырин Н. Т., Обухов А. И., Белицына Г. Д., 1971. Методические указания по спектрографическому определению микроэлементов в почвах и золе растений. МГУ.

Ковальский В. В., 1974. Геохимическая экология. М.

Ковда В. А., 1956. Минеральный состав растений и почвообразование.— Почвоведение, № 1.

Коротяев Н. Я., 1961. Почвенное районирование Пермской области.— В кн.: Почвенное районирование СССР. МГУ, вып. 2.

Куркаев В. Т., 1959. Ускоренное определение азота, фосфора и калия в растениях из одной навески.— Почвоведение, № 9.

Кушнirenко Ю. Д., 1968. Челябинская область.— В кн.: Агрохимическая характеристика почв СССР. М.

Махонина Г. И., 1976. Химический состав растений, выросших на промышленных отвалах Урала.— В кн.: Материалы по экологии и физиологии растений уральской флоры. Свердловск.

Махонина Г. И., 1979. Начальные процессы почвообразования на породных отвалах Липовского месторождения никеля.— В кн.: Почвообразование в техногенных ландшафтах. Новосибирск.

Махонина Г. И., 1981. Химический состав травянистых растений на отвалах железорудных месторождений Урала.— В кн.: Почвообразование в антропогенных ландшафтах. Свердловск.