ХРОМ В ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОДАХ ГОРНОГО АЛТАЯ

Давыдкина О.А., Пузанов А.В.

В работе представлены результаты исследования автора по содержанию хрома в почвообразующих породах Горного Алтая, а также зависимость содержания данного элемента от физико-химических свойств почвообразующих пород.

По распространенности в земной коре хром занимает 21-е место, среднее содержание его составляет 0,0083 вес.% [1].

В земной коре хром встречается во многих рудных месторождениях; в силикатных породах его находят в виде акцессорных минералов: хромита, уваровита (хромовый гранат), фуксита (хромовая слюда), тавмавита (хромовый эпидот) и др. [2]. Основные минералы хрома: хромшпинелиды (Mg, Fe)(Cr, Al, Fe)$_2$O$_4$, стихтит $Mg_6Cr_2[OH]_{16}[CO_3]*4H_2O$, крокоит $PbCrO_4$, феникохроит $Pb_3[CrO_4]_2O$, вокеленит $Pb_2Cu[CrO_4][PO_4]$, уваровит $Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$ [3]. Описано [4] около 40 минералов хрома. Хром относится к литофильным элементам, хотя при наличии серы и недостатке кислорода он проявляет халькофильные свойства [5].

Первоисточником хрома в почвах является почвообразующая порода. Наиболее богаты хромом ультраосновные породы – дуниты (600–800 мг/кг), перидотиты (450–700 мг/кг), пироксиниты (400–600 мг/кг) и продукты их метаморфизма, в частности серпентиниты (до 3000 мг/кг). Наиболее бедны хромом кислые породы (граниты, липариты) – 25 мг/кг, в осадочных породах (глины, сланцы) хрома содержится до 160 мг/кг [6]. В таких наиболее распространенных на европейской части СССР почвообразующих породах, как лёссах, лёссовидных карбонатных и покровных суглинках содержание хрома составляет в среднем 75–95 мг/кг [7].

По содержанию хрома породы располагаются в следующий ряд: ультраосновные < глинистые < песчаники < известняки, что соответствует ряду уменьшения в них содержания глинистых частиц и органического вещества, являющихся основными факторами накопления этого элемента в осадочных породах (табл. 1).

Таблица 1

Среднее содержание хрома в главных типах горных пород [8]

Типы горных пород	Cr	
	вес. %	мг/кг*
Магматические породы		
Ультраосновные	0,2	2000
Основные	0,02	200
Средние	$5*10^{-3}$	50
Кислые	$2,5*10^{-3}$	25
Осадочные породы		
Глины, сланцы	0,01	100

* - пересчитано нами

Хром отличается широким разнообразием состояний окисления (от +2 до +6) и способностью формировать комплексные анионные и катионные ионы. В природных соединениях он обладает валентностью +3 (хромовые соединения) и +6 (хроматы). Высокоокисленные формы хрома менее стабильны, чем Cr^{3+}.

Большая часть Cr^{3+} присутствует в хромите $FeCr_2O_4$ или других минералах шпинелевого ряда, в которых он замещает железо и алюминий. По геохимическим свойствам и ионному радиусу Cr^{3+} очень близок к Fe^{3+} и Al^{3+}.

В почвообразовании хромит и некоторые другие хромовые минералы устойчивы к выветриванию, что обусловливает присутствие хрома в остаточном материале, из которого при длительном окислении он может выноситься в виде CrO_4^{2-}, слабо сорбируемого глинами и гидроксидами. Высоковалентные соединения хрома менее стабильны, чем Cr^{3+}, который осаждается при pH 5,5 [5, 9, 10].

В процессе почвообразования происходит перераспределение хрома, однако влияние особенностей химического состава горных пород долго сохраняется. Тождество между микроэлементным составом почв и горных пород обычно четко проявляется в горных районах, где почвы маломощны и развиты часто непосредственно на элювии или элювио-делювии горных пород.

В качестве почвообразующей породы на Алтае чаще выступают остаточные коры выветривания. Они представлены элювиально-делювиальными образованиями преимущественно

четвертичного возраста. Небольшой по мощности чехол элювио-делювия покрывает склоны гор, сглаженные вершины и седловины и представлен мелкозернистым, в различной степени скелетным материалом. По гранулометрическому составу мелкозем колеблется от супесчаного до тяжелосуглинистого [11].

Таким образом, рыхлые отложения, на которых формируется почвенный покров Горного Алтая, будучи неодинаковыми по происхождению, различаются по гранулометрическому, минералогическому и химическому составу. Поэтому можно было предположить, что содержание хрома в них будет различно, что и подтвердилось в результате исследований (табл. 2).

Наибольшие средние содержания хрома отмечены для бескарбонатных бурых глин – 90,8 мг/кг, что связано с высоким содержанием в них илистой фракции и физической глины, а также в аллювиальных отложениях – 90,7 мг/кг, что связано с высоким содержанием в них карбонатов. Самое низкое среднее содержание хрома отмечено для озерно-аллювиальных отложений – 74,8 мг/кг (табл. 2, 3).

Таблица 2

Физико-химические свойства и содержание хрома в почвообразующих породах Горного Алтая, мг/кг

Глубина образца, см	Гумус	Ил	Физическая глина	$CaCO_3$	pH водный	Емкость поглощения, мг-экв на 100г почвы	Cr
	%						
1	2	3	4	5	6	7	8
Элювий и элювио-делювий							
Хлорито-серицитовые сланцы. Долина р. Семы. Разрез 10-99-А							
105-115	1,8	25,6	49,6	8,6	8,4	14,8	96
100 м от р. Тибей-Кюль, на северо-запад от Мертвого озера, слева от поймы р. Чибитка. Разрез 18-99-А							
100-110	1,4	5,0	25,0	10	8,3	40,2	97
Хлорито-серицитовые сланцы. Чергинский хребет. Разрез 32-00-А							
78-88	1,3	19,3	45,2	-	6,6	21,8	71
Щебнистый, хлоритовые сланцы. Долина р. Песчаной. Разрез 33-00-А							
70-80	2,5	-	-	9,9	8,0	24,4	67
Щебнистый. 4 км от Беш-Озека на Усть-Кан. Разрез 34-00-А							
80-90	1,6	26,2	53,2	0,8	7,6	13,7	75
Крупнощебнистый. Долина р. Ануй, «Денисова пещера». Разрез 35-00-А							
85-95	6,1	22,6	54,8	2,4	7,6	33,7	102
Щебнистый. Канская котловина. Разрез 39-00-А							
95-105	0,6	19,3	37,2	20,2	8,4	17,1	62
Легкосуглинистый. Канская котловина. Разрез 40-00-А							
67-77	0,7	5,3	23,9	8,5	8,8	1,0	73
Щебнисто-суглинистый. Кырлыкский перевал. Разрез 43-00-А							
95-105	0,9	11,6	33,2	9,9	8,0	15,2	44
Суглинисто-щебнистый. Ябоганский перевал. Разрез 62-00-А							
78-88	1,1	16,8	37,8	-	6,7	16,4	54
Делювий							
Суглинистый. Отроги хребта Иолго. 3,5 км к юго-западу от с. Кызыл-Озек. Разрез 5-98-А							
140-150	0,0	31,8	61,0	-	5,8	-	84
Глинистый. 2 км от с. Кызыл-Озек. Долина р. Маймы. Разрез 6-98-А							
102-112	0,4	37,1	70,4	-	7,3	25,2	127
Аллювий							
Супесчаный. 16 км вверх от с. Улаган по тракту на Акташ. Разрез 22-99-А							
70-80	0,3	0,9	6,2	-	6,2	4,4	49
Песчаный. Чуйская котловина. Разрез 24-99-А							
30-40	0,7	4,2	13,5	10,7	9,2	26,8	57
Песчано-галечниковый. Курайская котловина. Разрез 31-99-А							
30-40	1,2	11,4	28,4	10,4	8,8	2,1	57
Песчано-галечниковый. Правый берег р. Муты. Разрез 37-00-А							
70-80	3,5	13,6	40,7	6,9	8,5	2,7	67
Суглинистый. Канская котловина. Разрез 41-00-А							
90-100	0,4	0,0	15,5	3,7	8,3	7,6	67
Песчано-галечниковый. Канская котловина. 1 км от Яконура на Усть-Кан. Разрез 42-00-А							
75-85	1,8	18,4	48,2	12,3	8,2	19,0	75

Песчано-галечниковый. Устье р. Тургунды. Разрез 46-00-А							
78-88	0,6	0,8	6,0	14,1	8,6	2,9	128
Песчано-галечниковый. 500 м от с. Тюнгур на север. 3-я левобережная терраса Катуни. Разрез 47-00-А							
60-70	0,5	0,0	9,4	5,9	8,2	3,8	114
Песчаный. 3 км от с. Катанда на Усть-Коксу. Разрез 48-00-А							
120-130	0,2	1,0	7,5	5,6	9,7	1,9	102
Щебнисто-песчаный. Нижне-Полеводско-Мультинский профиль через Уймонскую котловину. Разрез 49-00-А							
110-120	3,9	9,8	29,6	11,6	8,1	3,8	89
Песчано-галечниковый. Днище Уймонской котловины. Разрез 50-00-А							
100-110	0,4	4,6	19,8	7,0	9,1	14,6	143
Дресвянисто-мелкогалечниковый. Уймонская котловина. 200 м от русла Катуни. Разрез 51-00-А							
88-98	0,7	0,0	8,0	7,7	8,5	16,4	114
Тонкосупесчаные. Уймонская котловина.1-й разрез в Теректино-Горбуновском профиле. Разрез 52-00-А							
100-110	0,3	19,6	45,5	12	8	11,3	99
Продолжение таблицы 2							
1	2	3	4	5	6	7	8
Галечниково-песчаный. Уймонская котловина.2-й разрез в Теректино-Горбуновском профиле. Разрез 53-00-А							
66-76	0,6	11,4	29,8	10,5	8,2	9,4	86
Песчано-галечниковый. Днище Уймонской котловины, 3-й разрез профиля. Разрез 54-00-А							
54-65	1,3	1,4	18,6	10,2	8,1	9,4	99
Песчано-щебнисто-галечниковый. Уймонская котловина. 1 км от с. Курунда, 2-й разрез Курундино-Октябрьского профиля. Разрез 56-00-А							
67-77	1,9	3,8	18,6	14,2	8,1	9,1	86
Галечниково-песчаный. Уймонская котловина. Разрез 57-00-А							
70-80	1,1	3,4	13,7	8,7	8,2	7,7	86
Песчано-галечниковый. 4-й разрез в профиле. Днище Уймонской котловины. Разрез 58-00-А							
67-77	0,6	2,2	5,4	6,5	8,8	7,7	97
Песчано-галечниковый, окарбоначенный. Абайская котловина. Разрез 60-00-А							
60-70	0,2	8,6	16	1,7	8,4	10,9	108
Аллювио-делювий							
Суглинисто-волокнисто-щебнистый. Семинский перевал. Разрез 12-99-А							
42-52	1,1	29,2	53,1	-	4,8	10,6	106
Щебнисто-песчано-галечниковый. Чуйская котловина, левобережье. Разрез 25-99-А							
55-65	0,3	7,0	19,0	7,7	9,4	20,2	45
Озерно-аллювиальные отложения							
Дресвянисто-песчаные. Долина р. Урсул. 200 м от устья р. Малый Ильгумень. Разрез 15-99-А							
129-139	0,3	1,0	6,8	9,7	10,2	6,4	56
Тонкосупесчаные. Днище Абайской котловины. Разрез 44-00-А							
74-87	0,4	7,2	15,0	1,0	8,5	7,3	73
Тонкосупесчаные. 4 км вниз по Катуни от с. Тюнгур. Разрез 45-00-А							
100-110	0,1	-	6,6	8,9	8,8	1,9	105
Среднесуглинистые. Днище Абайской котловины. 700 м ниже разреза 44. Разрез 61-00-А							
90-100	0,7	9,2	21,4	6,7	8,4	9,1	65
Флювиогляциальные отложения							
Песчаные. 16 км вверх от с. Улаган по тракту на Акташ. Разрез 22-99-А							
70-80	0,3	0,8	6,2	-	6,2	4,4	49
Бескарбонатные бурые глины							
Правобережье р. Лебедь, устье р. Каяшкан. Разрез 2-98-А							
175-185	0,0	30,0	66,5	-	7,9	60,0	98
Правобережная долина р. Малая Иша, 1км от впадения Убы-1. Разрез 3-98-А							
190-200	0,0	38,3	69,0	-	6,2	5,6	87
Правобережье р. Майма. Верхняя часть южного склона в 500 м к северу от с. Кызыл-Озек. Разрез 4-98-А							
170-180	0,0	25,2	56,0	-	8,1	5,3	89
Оглееные. Основание склона северо-восточной экспозиции на левом берегу р.Майма. 1,2 км к югу от с. Кызыл-Озек. Разрез 8-98-А							
128-138	0,2	32,4	59,5	-	6,1	40,0	89

Таблица 3

Статистические показатели содержания хрома в почвообразующих породах Горного Алтая

Почвообразующие породы	n	Cr, мг/кг		V,%
		lim	X ± x	
Бескарбонатные бурые глины	4	87 – 98	90,8 ± 2,5	5,4
Аллювиальные отложения	19	49 – 143	90,7 ± 5,7	27,6
Элювио-делювиальные, аллювио-делювиальные, делювиальные отложения	14	44 – 127	78,8 ± 6,5	31
Озерно-аллювиальные отложения	4	56 - 105	74,8 ± 10,7	28,5
Почвообразующие породы в целом	41	44 – 143	85 ± 3,7	27,7

Выявлена положительная корреляционная зависимость между гранулометрическим составом почвообразующих пород и содержанием в них хрома – r = 0,7, и отрицательная корреляционная зависимость между содержаниями карбонатов и хрома – r = - 0,6 (рис. 1).

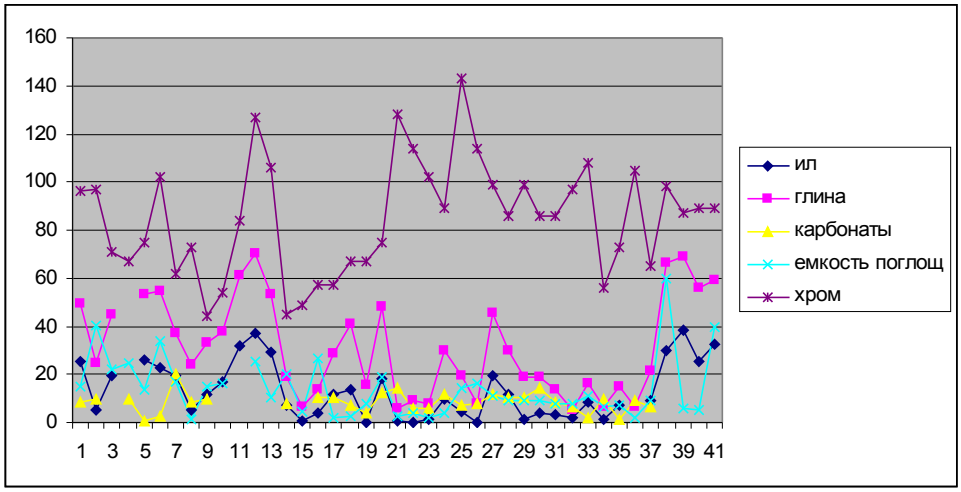

Рис. 1. Содержание хрома и физико-химические свойства почвообразующих пород

Большое влияние на распределение элемента оказывают также природно-климатические условия. При сравнении одинаковых по происхождению почвообразующих пород из разных регионов Горного Алтая наблюдается неодинаковая картина (рис. 2).

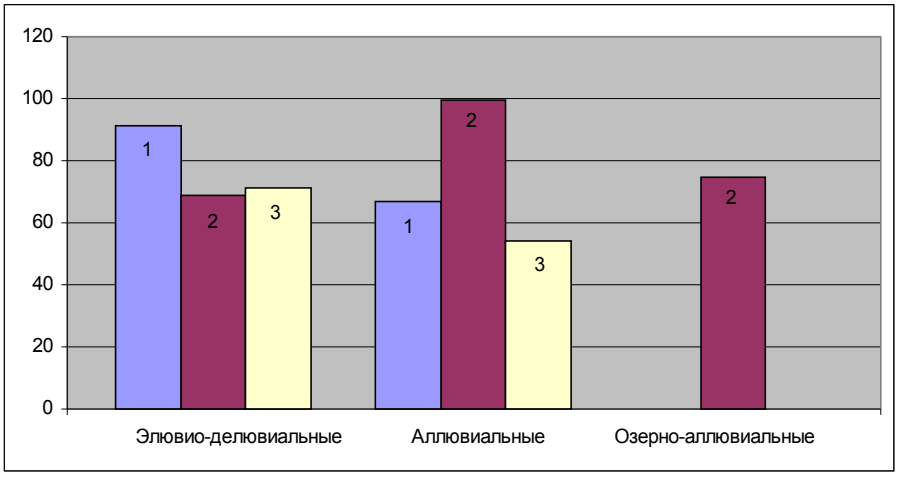

Рис. 2. Хром в почвообразующих породах Горного Алтая.
1 - Северный и Северо-Восточный Алтай, 2 – Центральный Алтай, 3 – Юго-Восточный Алтай

ВЫВОДЫ

1.В целом среднее содержание хрома в почвообразующих породах Горного Алтая не превышает среднего содержания в почвообразующих породах мира и европейской части России.

2.Концентрация хрома в почвообразующих породах связана с их физико-химическими свойствами.

Литература

1.*Виноградов А.П.* Геохимия. 1962. № 7. С.555.
2.*Джеффери П.* Химические методы анализа горных пород. М.: Мир. 1973.
3.*Бетехтин А.Г.* Курс минералогии. М.: Госгеолтехиздат, 1961.
4.*Burns V.M., Burns R.G.* Geochim. et cosmochim. Acta, 39, 903. 1975.
5.*Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта. М.: Астрея - 2000. 1999. 757 с.
6.*Краснокутская О.Н., Кузьмич М.А., Выродова Л.П.* Хром в объектах окружающей среды//Агрохимия, №2, 1990. С. 128–140.
7.*Шакури Б.К.* Никель, ванадий, хром и стронций в почвах Нахичеванской АССР // Почвоведение, №4, 1978. С. 49-55.
8.*Лаврухина А.К., Юкина Л.В.* Аналитическая химия хрома. М.: Изд-во «Наука». 1979. 220 с.
9.*Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 440 с.
10.*Иванов В.В.* Экологическая геохимия элементов. Справочник. М.: Недра. 1996. - Кн.4. С. 240-274.
11.*Нехорошев В.П.* Геология Алтая. М.: Госгеолтехиздат. 1958. 262 с.

THE CHROME IN SOIL-FORMING GROUNDS OF GORNY ALTAI

Davydkina O.A., Puzanov A.V.

The work presents an author's research results of chrome contents in soil-forming grounds of Gorny Altai. Dependence of contents of the named element on physical and chemical properties of soil-forming grounds is also covered in this work.