

ХИМИЯ

ПОЧВ

УДК 546.76:550.42:631.41

ХРОМ В ПОЧВАХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ*

©2002 г. В. К. Кашин, Г. М. Иванов

Институт общей и экспериментальной биологии

Сибирского отделения РАН, Улан-Удэ

Поступила в редакцию 08.06.2000 г.

Изучены некоторые закономерности и особенности распределения хрома в почвах Забайкалья. Установлена тесная зависимость содержания хрома в почвах от его концентрации в почвообразующих породах и от их гранулометрического состава и отсутствие связи с содержанием гумуса. Почвы северной части территории (таежные и лесостепные ландшафты) содержат в среднем в два раза меньше хрома по сравнению с южной (степные и сухостепные ландшафты). Хром является элементом слабого накопления в растениях: коэффициент биологического поглощения его изменялся в пределах 0.13-1.0 (среднее 0.48). Содержание хрома в наземной биомассе растений степных, луговых и культурных ценозов в основном находится в интервале нормальных концентраций.

ВВЕДЕНИЕ

Хром является, с одной стороны, биологически важным для организма человека и животных микрорезультатом при нормальных содержаниях, с другой — опасным токсикантом при высоких концентрациях [1, 16]. В связи с этим необходим контроль за содержанием хрома в объектах окружающей среды различных регионов и прежде всего в почвах, как одном из основных компонентов биосферы.

Особенности геохимии хрома в земной коре **проявляются** в различиях его распределения в разных типах магматических горных пород. Среднее содержание хрома в основных горных породах (170-200 мг/кг) на 1-2 порядка выше, чем в кислых (4-25 мг/кг). Средние породы по количеству хрома занимают промежуточное положение (15-50 мг/кг) [7]. Кларк хрома в литосфере составляет 83 мг/кг [2]. В связи с этим состав коренных и почвообразующих пород является главным фактором, обуславливающим уровень содержания хрома в формирующихся на них почвах.

Содержания хрома в поверхностном слое почв различных стран в фоновых условиях в большинстве случаев изменяются от 7 до 215 мг/кг [7, 17]. Закономерности поведения и пространственного распределения хрома в почвах, особенно в почвах России, изучены слабо по сравнению с другими микроэлементами - марганцем, медью, цинком, кобальтом, молибденом, бором [7, 10]. Это, очевидно, обусловлено тем, что хром, в отличие от перечисленных элементов, не относится к необходимым для растений микроэлементам.

Данные о содержании хрома в почвах Западного Забайкалья (Бурятия) в литературе отсутствуют. Имеются лишь некоторые сведения о содержании

хрома в почвах Юго-Восточного Забайкалья (Читинская обл.) [8]. Это обстоятельство, а также важная биологическая роль хрома в организме человека и животных в оптимальных количествах или токсиканта в избыточных, послужили основанием для проведения настоящего исследования. В задачу работы входило определение содержания и особенностей распределения хрома в основных типах почв центральных и южных наиболее населенных районов Бурятии, а также уровня накопления элемента в растительности.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Ключевые площадки 100 x 100 м размещались на типичных участках степей, лугов и посевов культурных растений в соответствии с методическими рекомендациями [9]. На каждой площадке закладывали основной почвенный разрез с полным описанием почвенного профиля и 3-5 дополнительных полуразрезов. В каждой точке наблюдения проводили одновременное сопряженное опробование почвенных горизонтов и почвообразующих пород, отдельных видов растений, а также укосов фитомассы с площади 1 м². Пробы почвообразующих пород и почв отбирали общепринятыми методами в полиэтиленовые пакеты во избежание загрязнения. Количество повторностей без смешивания проб от 4 до 8. На карте района работ отмечены места отбора проб - ключевые площадки (рис. 1). Валовое количество хрома определяли атомно-абсорбционным методом после серии предварительных операций по разрушению минеральной и органической частей почвы, удаления кремнезема и последующего растворения остатка в соляной кислоте [13]. Аналитическая повторность 3-кратная. Ошибка воспроизводимости определения хрома находилась в

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ "Байкал" (грант № 01-04-97207).

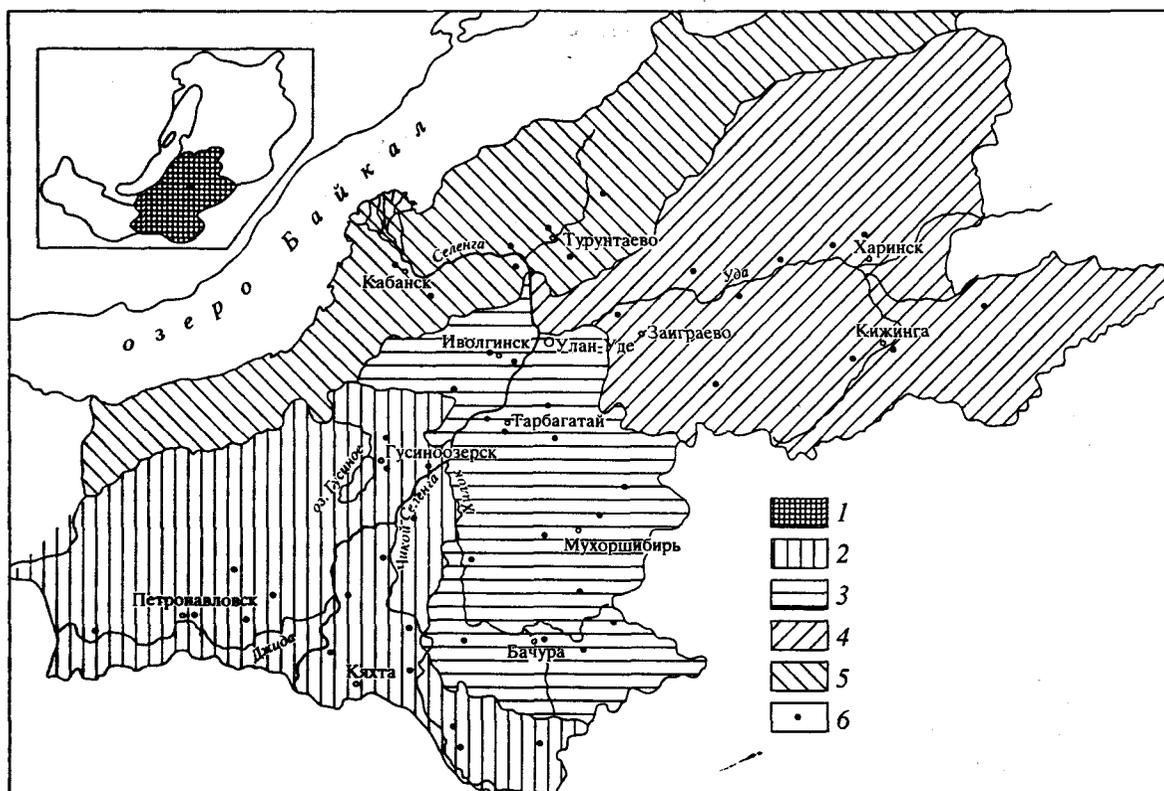


Рис 1. Район исследований и места отбора проб в ландшафтах Западного Забайкалья: / - район исследований; ландшафты: 2 - сухостепенные, 3 - степные, 4 - лесостепенные, 5 - таежные; 6 - ключевые площадки мест пробоотбора.

пределах 5-8%. Математическая обработка данных проводилась стандартными методами [14]. О биологической доступности хрома в почвах судили по величине коэффициента биологического поглощения - КБП [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание хрома в почвообразующих породах региона изменяется от 17 до 100 мг/кг (табл. 1). Самое низкое содержание хрома (17-25 мг/кг) отмечается в аллювиальных отложениях Прибайкальского и Харинского р-нов, а самое высокое (84-100 мг/кг) — в делювиальных отложениях Гарбагатайского р-на. Наиболее часто встречающиеся концентрации хрома - 25-65 мг/кг {76% от всего количества определений, $n = 176$). Среднее содержание хрома во всей совокупности почвообразующих пород равно 50 мг/кг, что в 1.7 раза ниже кларка литосферы. Это свидетельствует о рассеянии хрома в почвообразующих породах изучаемого региона по отношению к кларку литосферы.

Причиной пониженного по сравнению с кларком содержания хрома в почвообразующих породах Забайкалья является то, что преобладающими коренными горными породами здесь являются кислые породы - гранитоиды и средние - диориты, габбро и др., - концентрация хрома в которых на 1-2 порядка меньше, чем в основных. В част-

ности, в щелочных базальтах (Джидинский р-н), которые имеют незначительное распространение на изучаемой территории, содержание хрома достигало 80-380 мг/кг, в среднем 187 мг/кг [3], т.е. в них наблюдается концентрирование элемента по отношению к кларку литосферы.

Анализ пространственного распределения хрома в почвообразующих породах и почвах позволил выявить общую закономерность: содержание хрома заметно увеличивается с северо-востока на юго-запад. Количество хрома в почвообразующих породах северной части (таежные и лесостепенные ландшафты) в среднем равно 30 мг/кг (колебания 17-46 мг/кг), а в южной (степные и сухостепенные ландшафты) - 61 (колебания 34-100 мг/кг).

Различное содержание хрома в почвообразующих породах обусловлено прежде всего характером коренных пород: на севере доминируют кислые породы, а на юге средние. Кроме того, ландшафтно-геохимические условия северных районов - слабокислая реакция почвообразующих пород и почв (рН 6.0-6.3) и более высокая увлажненность (350-500 мм осадков) способствуют миграции хрома из ландшафтов, а южных - рН 7.0-8.3 и низкая увлажненность (250-300 мм осадков) способствуют его фиксации.

Содержание хрома в значительной степени зависит от гранулометрического состава почвообразующих пород. Оно ниже в породах легкого

Таблица 1. Содержание хрома в почвообразующих породах Западного Забайкалья

Разрез	Почвообразующая порода	n	Хром, мг/кг	
			пределы колебаний	среднее
Северная часть изученной территории				
Прибайкальский р-н, таежная зона				
103ПБ89	Делювиальные песчаные отложения	5	26-34	30
104ПБ89	Аллювиальные отложения	5	17-23	20
Кабанский р-н				
101КБ89	Песчаные отложения	8	25-33	29
Заиграевский р-н, лесостепная зона				
51388	Делювиальные отложения, суглинки	5	27-36	31
55388	То же, супеси	5	24-31	27
57388	Аллювиальные отложения	6	25-33	30
Кижингинский р-н				
54КЖ88	Делювиальные отложения, суглинки	6	34-42	37
53КЖ88	То же, супеси	5	26-32	30
52КЖ88	Аллювиальные отложения	5	24-33	32
Хоринский р-н				
61Х88	Делювиальные отложения, суглинки	5	35-46	40
62Х88	Аллювиальные отложения	5	17-25	21
Общие пределы колебаний			17-46	30
V, %				20
Южная часть изучаемой территории				
Джидинский р-н, сухостепная зона				
65Д88	Делювиальные отложения, суглинки	6	75-95	81
58Д88	То же, супеси	5	55-70	60
59Д88	Аллювиальные отложения	4	80-95	90
Кяхтинский р-н				
41К87	Делювиальные отложения, суглинки	4	63-80	73
43К87	То же, супеси	5	52-68	60
38К87	Древнеозерные отложения	6	70-95	80
39К87	Эоловые пески	7	34-45	40
19К86	Аллювиальные отложения	5	51-65	63
Селенгинский р-н				
11С86	Делювиальные отложения, суглинки	5	55-65	60
36С87	То же, супеси	5	42-55	41
12С86	Аллювиальные отложения	6	45-58	50
Бичурский р-н, степная зона				
31Б87	Делювиальные отложения, супеси	6	40-55	50
30Б87	Аллювиальные отложения	4	43-59	52
Мухоршибирский р-н				
35М87	Делювиальные отложения, супеси	6	45-65	55
33М87	Эоловые пески	4	43-55	50
34М87	Аллювиальные отложения	4	52-70	60
Тарбагатайский р-н				
23Т87	Делювиальные отложения, суглинки	5	84-100	92
28Т87	То же, супеси	5	50-65	60
21Т87	Эоловые пески	5	40-52	45
20Т87	Аллювиальные отложения	5	75-90	80
Иволгинский р-н				
15И86	Делювиальные отложения, супеси	5	40-52	47
16И86	Аллювиальные отложения	5	35-45	40
Общие пределы колебаний			34-100	61
V, %				27

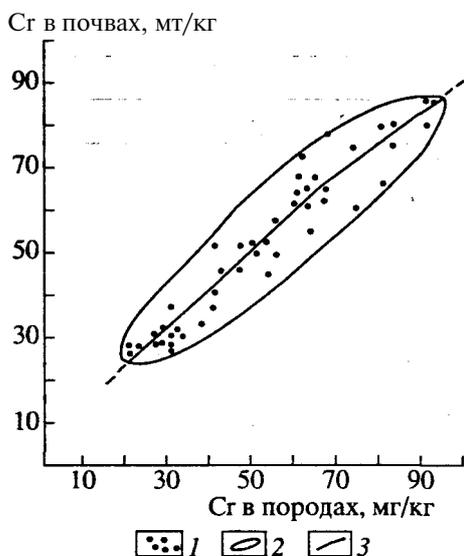


Рис. 2. Зависимость содержания хрома в почвах от его содержания в почвообразующих породах: 1 - фактические точки, 2 - контур поля фактических точек, 3 - усредненная концентрационная зависимость.

гранулометрического состава - супесях и песках и существенно выше (в 1,3–1,5 раза) в суглинистых отложениях. Это связано с тем, что хром, как и многие другие рассеянные элементы, концентрируется во фракциях <0,01 мм с максимумом во фракции <0,001 мм [4]. Содержание глинистых фракций в почвообразующих породах Забайкалья изменяется от 5 до 45% [11], что может служить одним из важных факторов гетерогенности распределения хрома в почвах.

Для региона характерна географическая неоднородность распределения хрома в почвах, обусловленная различиями его содержания в почвообразующих породах. На рис. 2 видна четкая, близкая к линейной, зависимость содержания хрома в почвах от его количества в почвообразующих породах. Тесную сопряженность этих параметров отражает коэффициент линейной корреляции: $r = 0,92$ при $n = 33$.

Дифференциация рассеянных элементов в почвенном профиле контролируется содержанием органического вещества, илистой фракции, наличием сорбционных геохимических барьеров, показателями pH [5, 7]. В аридных условиях Забайкалья следует выделить два наиболее характерных типа вертикального распределения хрома. В каштановых почвах и мучнисто-карбонатных черноземах при наличии щелочного сорбционного барьера в карбонатном горизонте наблюдается повышенное накопление хрома. Превышение его содержания в этом горизонте по сравнению с почвообразующей породой достигало 1,4–1,8 раз. Это обусловлено как повышением pH в карбонатном гор. (C_k) до 7,5–8,7 (в гор. А и В pH 7,0–7,2) и осаждением хрома в виде $Cg(OH)_3$, так и активной

сорбцией хрома оксидами железа и алюминия, содержание которых, в частности в черноземах, составляло в гор. А и В 5,2–7,9%, а в гор. C_k 15–20%. В почвах, в которых отсутствует карбонатный горизонт, хром распределяется в профиле равномерно: его содержание в разных горизонтах различались незначительно - от 0,9 до 1,2 раз.

Основные типы почв Забайкалья характеризуются низким содержанием гумуса (1,5–4,0%). Поэтому накопления хрома в гумусовом горизонте не наблюдается. Корреляция между этими показателями отсутствует ($r = 0,10$).

В сухостепных ландшафтах Забайкалья преобладают почвы каштанового типа. Они характеризуются нейтральной или слабощелочной реакцией среды. Содержание хрома в каштановых почвах изменяется от 28 до 85 мг/кг (табл. 2). При близких значениях pH и гумуса колебания в содержании хрома обусловлены главным образом различиями в концентрации элемента в почвообразующих породах, а затем гранулометрического состава почвы. Каштановые почвы формируются на породах, содержание хрома в которых различается в 3,4 раза (27–92 мг/кг). Их гранулометрический состав варьирует от песчаного до суглинистого, а содержание фракции физической глины - от 6 до 32%. Среднее содержание хрома в каштановых почвах равно 53 мг/кг.

Черноземы мучнисто-карбонатные малогумусные наиболее часто встречаются в степных ландшафтах на склонах межгорных понижений северной экспозиции. Они обладают нейтральной реакцией почвенного раствора (pH 6,8–7,1). Гранулометрический состав - от супесчаного до суглинистого (фракция <0,01 мм составляет 13–35%). Содержание хрома в почвах в зависимости от его концентрации в почвообразующих породах изменяется от 30 до 80 мг/кг. Среднее содержание хрома в черноземах равно 56 мг/кг (табл. 2).

Серые лесные почвы (pH 6,2–7,7) формируются в лесостепных и таежных ландшафтах. По гранулометрическому составу преобладают легко- и среднесуглинистые разновидности (фракция <0,01 мм составляет 18–38%). В зависимости от состава почвообразующих пород содержание хрома в них варьирует от 30 до 80 мг/кг при среднем значении 55 мг/кг.

Пойменные почвы формируются на аллювиальных отложениях по долинам рек бассейна оз. Байкал во всех изученных нами ландшафтах Забайкалья. Они характеризуются широким размахом колебаний pH - 6,4–8,4. Гранулометрический состав - от супесчаного до среднесуглинистого (фракция <0,01 мм составляет 12–35%). В зависимости от условий увлажнения пойменные почвы существенно различаются по содержанию гумуса: пойменные луговые - 2,7–5,5%, пойменные луговые остепняющиеся - 1,2–2,1%. Содержание

ХРОМ В ПОЧВАХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Таблица 2. Содержание хрома в изученных почвах Забайкалья (спой 0-20 см)

Разрез	Место отбора проб: район, село		n	Гумус, %	pH водный	Хром, мг/кг	
						пределы колебаний	среднее
Каштановые почвы							
Южная часть							
65Д88	Джидинский	Н. Торей	6	3.2	7.2	76-85	80
60Д88		Белозерск	7	2.6	6.9	47-55	51
17К86	Кяхтинский	У.-Кяхта	5	2.5	6.8	80-89	85
18К86		«	5	1.3	7.8	51-60	56
39К87		Октябрьское	7	1.4	7.9	62-73	66
41К87		У.-Киран	4	1.3	7.8	64-75	68
11С86	Селенгинский	Эрдэм	6	1.7	7.4	55-64	58
37С87		Новоселенгинск	5	1.7	7.1	41-49	45
21Т87	Тарбагатайский,	Надеено	5	1.8	7.8	48-57	53
27М87	Мухоршибирский	Подлопатки	4	1.2	6.9	43-50	45
33М87		Шаралдай	5	1.4	8.2	53-62	58
14И87	Иволгинский,	Н. Иволга	5	1.8	6.9	58-67	63
15И86			5	2.1	7.1	49-58	53
Северная часть							
51388	Заиграевский	Ацагат	5	2.2	7.0	25-31	28
55388		Унэгэтэй	5	2.1	7.8	27-34	30
57388			6	2.0	7.7	29-35	32
61Х88	Хоринский,	Удинск	5	2.0	6.8	34-40	37
Черноземы мучнисто-карбонатные							
Южная часть							
58Д88	Джидинский,	Петропавловка	4	3.4	7.1	72-90	83
35М87	Мухоршибирский,	Тугнуй	6	2.8	6.8	57-72	62
25Т87	Тарбагатайский,	Б. Куналей	5	2.4	6.9	74-86	80
Северная часть							
54КЖ88	Кижингинский,	Чесан	6	3.7	7.0	27-35	31
64Х88	Хоринский,	128 км	4	2.9	6.8	26-33	30
Серые лесные почвы							
Южная часть							
22Т87	Тарбагатайский	Надеено	6	2.5	7.7	76-89	80
28Т87		Б. Куналей	4	2.9	7.6	56-63	60
29Т87			5	2.4	7.4	57-65	58
32Б87	Бичурский,	М. Куналей	6	2.9	6.8	54-66	58
38К87	Кяхтинский	Б. Кудара	6	3.8	7.3	63-70	68
43К87		У.-Киран	4	2.2	7.2	68-75	73
Северная часть							
53КЖ88	Кижингинский,	Леоновка	8	2.2	7.0	29-36	32
101КБ89	Кабанский,	Кабанск	8	2.1	6.4	28-34	31
103ПБ89	Прибайкальский,	Турунтаево	5	2.3	6.2	30-38	34

Таблица 2. Окончание

Разрез	Место отбора проб: район, село	n	Гумус, %	рН водный	Хром, мг/кг	
					пределы колебаний	среднее
Пойменные луговые почвы						
Южная часть						
59Д88	Джидинский, Петропавловка	4	4.7	7.8	81-92	85
40К87	Кяхтинский Октябрьское	6	4.4	7.3	54-61	57
44К87	Б. Луг	7	2.8	7.6	47-58	50
34М87	Мухоршибирский, Тугнуй	4	2.8	8.0	62-70	66
12С87	Селенгинский, Эрдэм	6	2.7	7.7	50-59	53
16И86	Иволгинский, Н. Иволга	5	4.0	6.8	37/46	40
Северная часть						
56З88	Заиграевский, Унэгэтэй	5	5.5	7.5	30-38	33
52КЖ88	Кижингинский, Кижинга	5	4.9	7.5	36-45	40
62Х88	Хоринский, В. Тальцы	5	2.8	6.9	26-32	29
Пойменные луговые остепняющиеся почвы						
Южная часть						
19К86	Кяхтинский, У.-Кяхта	4	1.2	8.4	46-57	51
36С87	Селенгинский, Поворот	4	1.2	8.1	41-49	44
20Т87	Тарбагатайский Тарбагатай	4	2.1	7.7	69-80	75
24Т87	Надеено	4	1.4	8.3	76-85	80
30Б87	Бичурский, М. Куналей	4	1.5	7.5	54-65	60
Северная часть						
104ПБ89	Прибайкальский, Ильинка	4	1.7	6.4	25-31	28
Торфянистые почвы						
100КБ89	Кабанский, Исток	5	Не опр.	5.2	8-12	10

хрома в пойменных почвах изменяется от 28 до 85 мг/кг при среднем значении 53 мг/кг, в том числе в пойменных луговых - 51 мг/кг, а в пойменных луговых остепняющихся - 56 мг/кг (табл. 2).

В Западном Забайкалье имеются значительные массивы торфянисто-болотных почв. В северной части территории они занимают около 70%. В юго-западной части, где проводились исследования, крупный массив торфянистых почв (более 20000 га) расположен в дельте р. Селенги, самой крупной реки, впадающей в оз. Байкал. Содержание хрома в торфянистых почвах этого массива колебалось от 8 до 12 мг/кг (в среднем 10 мг/кг). Низкое содержание хрома в торфянистых почвах, по-видимому, обусловлено их органическим характером и слабой связью с подстилающей минеральной породой.

Таким образом, фоновые содержания хрома в минеральных почвах региона изменяются в пределах 28-85 мг/кг. Значительно ниже содержание хрома в торфянистых почвах - 8-12 мг/кг. Средняя концентрация хрома в минеральных почвах равна 52 мг/кг, что соответствует его количеству в почвообразующих породах. Иными словами, состав почвообразующих пород является главным фактором, определяющим содержание хро-

ма в почвах, не подверженных техногенному воздействию. Статистически значимого различия в среднем содержании хрома в различных типах почв не выявлено. Однако общая тенденция к статистически достоверному увеличению его содержания в почвах с севера на юг прослеживается так же четко, как и в почвообразующих породах: в почвах северной части оно изменялось в пределах 28-40 мг/кг (среднее 30 мг/кг), а в южной - 40-85 мг/кг (61 мг/кг).

Для оценки экологической активности хрома, содержащегося в почвах, определялись интенсивность поглощения элемента растения по коэффициенту биологического поглощения и уровень его накопления в растениях.

Как видно из табл. 3, КБП хрома растительностью различных сообществ изменялся от 0.12 до 1.0 (среднее 0.48). Самый высокий КБП отмечен у рапса (1.0), представителя культурной флоры из семейства крестоцветных, а самые низкие КБП (0.12-0.43) - у злаковой растительности, как естественных, так и культурных ценозов. Используя классификацию Перельмана [12] об интенсивности поглощения химических элементов растениями, хром можно отнести к элементам слабого поглощения растительностью, так как его КБП ниже 1.0.

Таблица 3. Накопление хрома в растительности (общие укосы) в зависимости от его содержания в почве

Растительность, № разреза	Хром, мг/кг		КБП
	в почве	в золе растений	
Степная карагано-холоднопопынная, P58Д88	80	32	0.40
Степная холоднопопынная			
P60Д88	51	20	0.39
P64X88	30	28	0.93
Луговая злаковая, P59Д88	85	10	0.12
Луговая разнотравная, P52КЖ88	40	20	0.50
Луговая злаковая, P62X88	33	12	0.36
Луговая злаковая, остепняющаяся, P51388	28	9	0.32
Луговая бобовая остепняющаяся, P55388	30	16	0.53
Луговая разнотравно-злаковая остепняющаяся, P56388	33	20	0.67
Культурная злаковая			
P52388	28	10	0.35
P54КЖ88	30	13	0.43
P62X88	37	10	0.27
P57388	30	30	1.0
Среднее			0.48
V, %			52

Таблица 4. Содержание хрома в растительности Забайкалья

Растительность, место отбора проб	n	Хром, мг/кг сухой массы	
		пределы колебаний	среднее
Степная, вся совокупность	54	0.59–2.50	1.91
Степная злаковая, С. Тахой	5	0.59–0.71	0.63
Степная твердоватоосоковая, С. Белозерск	5	1.80–2.05	1.90
Степная разнотравная, С. Надеено	5	2.17–2.50	2.30
Луговая, вся совокупность	152	0.61–2.82	1.68
Луговая злаковая, С. Кокорино	6	0.61–0.74	0.65
Луговая осоковая, С. Тугнуй	5	1.48–1.65	1.58
Луговая разнотравная, С.У.-Кяхта	5	2.60–2.82	2.70
Культурная, вся совокупность	104	0.87–2.25	1.60
Культурная злаковая, С. Иволгинск	5	0.87–0.98	0.95
Культурная бобовая, С. Тугнуй	5	1.65–1.80	1.72
Культурная рапсовая, С. Белозерск	4	2.10–2.25	2.14
Кларк в растительности (по [4])			1.8
Интервалы нормальных содержаний (по [6])		1.00–2.00	
Избыточное или токсичное количество (по [7])		5–30	12.1

Содержание хрома в надземной биомассе степной, луговой и культурной растительности региона варьировало от 0.59 до 2.82 мг/кг (табл. 4) при среднем значении 1.73 мг/кг. Самые низкие содержания хрома (0.63–0.95 мг/кг) наблюдаются у злаковых растений, обладающих более совершенными биологическими механизмами, ограничивающими проникновение ионов тяжелых металлов в растительные клетки [15]. Более высокие

концентрации хрома содержат представители групп разнотравья, осок и бобовых (1.58–2.70 мг/кг). Сравнение средних содержаний хрома в растительности региона с нормативами показывает, что они находятся в пределах нормальных концентраций. Следует отметить лишь некоторое превышение содержания хрома в степной и луговой разнотравной растительности (2.3–2.7 мг/кг) по отношению к максимальной величине преде-

лов нормальных концентраций. Однако разнотравье в растительном покрове занимает малый процент по сравнению со злаками, поэтому и среднее содержание хрома в растительности региона укладывается в интервалы нормальных для живых организмов экологических нормативов.

ВЫВОДЫ

1. Содержание валового хрома в почвенном покрове Забайкалья характеризуется значительной контрастностью и варьирует в минеральных почвах в пределах 28-85 мг/кг, в торфянистых - 8-12 мг/кг. Среднее количество хрома в почвах равно 52 мг/кг. Общей закономерностью пространственной дифференциации хрома в почвообразующих породах и почвах является существенно пониженное его содержание в северной части территории (28-40 мг/кг, таежная и лесостепная зоны) по сравнению с южной (40-85 мг/кг, степная и сухостепная зоны).

2. Установлена тесная положительная зависимость содержания валового хрома в почвах от его количества в почвообразующих породах ($r = 0.92$) и отсутствие связи с содержанием гумуса ($r = 0.10$). Хром по вертикальному профилю почв распределяется преимущественно по двум типам: равномерному - при отсутствии в почвах карбонатного горизонта и с максимумом на карбонатном барьере.

3. Хром является элементом слабого биологического поглощения: его КБП варьировали от 0.12 до 1.0 (среднее 0.48). Содержание хрома в наземной биомассе степной, луговой и культурной растительности (колебания 0.59-2.82, среднее 1.73 мг/кг) в основном находится в пределах нормальных экологических концентраций. Злаки содержат значительно меньшие количества хрома (0.63-0.95 мг/кг) по сравнению с разнотравьем и бобовыми (1.58-2.70 мг/кг).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Авцын А.П., Жаворонков А.Л., Риш М.А., Строчкова Л.С.* Микроэлементозы человека. М.: Медицина, 1991. 496 с.

2. *Виноградов А.П.* Среднее содержание элементов в земной коре // *Геохимия*. 1962. № 7. С. 555-557.
3. *Герасимовский В.И., Банных Н.Л., Седых Э.М.* О содержании ванадия, хрома, никеля, кобальта, меди и цинка в щелочных базальтах Байкальского рифта // *Геохимия*. 1980. № 3. С. 381-386.
4. *Добровольский В.В.* География микроэлементов. Глобальное растение. М.: Мысль, 1983. 272 с.
5. *Золотарева Б.Н., Скрипниченко И.И.* Геохимические аспекты мониторинга тяжелых металлов // *Региональный экологический мониторинг*. М.: Наука, 1983. С. 93-114.
6. *Ильин В.Б.* О нормировании содержания тяжелых металлов в растениях // *Химия в сельском хозяйстве*. 1987. № 8. С. 63-65.
7. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
8. *Макеев О.В., Ивашевская О.А., Кузьменкова В.С.* Микроэлементы в почвах и почвообразующих породах Юго-Восточного Забайкалья // *Микроэлементы в биосфере и их применение в сельском хозяйстве и медицине Сибири и Дальнего Востока*. Улан-Удэ, 1973. С. 64-70.
9. *Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах*. М.: Мысль, 1978. 183 с.
10. *Микроэлементы в почвах СССР* / Под ред. В.А. Ковды, Н.Г. Зырина. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 252 с.
11. *Ногина Н.А.* Почвы Забайкалья. М.: Наука, 1964. 314 с.
12. *Перельман А.И.* Геохимия. М.: Высшая школа, 1979. 423 с.
13. *Ринькис Г.Я., Романе Х.К., Куницкая Т.А.* Методы анализа почв и растений. Рига: Зинатне, 1987. 174 с.
14. *Савич В.И.* Применение вариационной статистики в почвоведении. М., 1972. 104 с.
15. *Феник С.И., Трофимьяк Т.Б., Блюм Я.Б.* Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам // *Успехи современной биологии*. 1995. Т. 115. Вып. 3. С. 261-275.
16. *Alexander H.* Toxicity versus essentiality of chromium // *Scand. J. Work Environ. and Health*. 1993. 19. Suppl. n. P. 126-127.
17. *Berrow M.J., Reaves Y.A.* Total chromium and nickel contents of Scottish Soils // *Geoderma*. 1986. V. 37. № 1. P. 15-27.

Chromium in Soils of Western Transbaikal Region

V. K. Kashin and G. M. Ivanov

Distribution patterns of chromium in soils of the Transbaikal region have been studied. The chromium content in soils was found to be closely related to its content in parent rocks and soil texture; at the same time, it does not correlate with the humus content in soils. Soils of the northern part of the region (in taiga and forest-steppe landscapes) contain, on average, twice less chromium than the soils of the southern part with steppe and dry steppe landscapes. Chromium virtually does not accumulate in plants; its biological accumulation varies from 0.13 to 1.0 (the mean value is 0.48). As a rule, the chromium content in the aboveground phytomass of steppe, meadow, and cultivated cenoses ranges within normal concentrations.