

Кадырова Г.Б., Калдыбаев Б.К.

БИОГЕОХИМИЯ СВИНЦА В ПОЧВАХ РАЙОНА СВИНЦОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ИКИ-ЧАТ»

G.B. Kadyrova, B.K. Kaldybaev

BIOGEOCHEMISTRY OF LEAD IN THE SOILS OF LEAD DEPOSITS «IKI-CHAT»

УДК 574.9 (575.2)

Представлены результаты исследований по определению тяжелых металлов в почвах исследуемого региона. Установлено слабое накопление свинца в поверхностном слое почв. Ярко выраженных свинцовых аномалий не выявлено, вероятно, это связано с глубоким залеганием свинцовых руд, покрытых чехлом осадочных и других пород.

The results of studies on the determination of heavy metals in the soils of the study area. Found a weak accumulation of lead in the surface soil layer. Pronounced lead anomalies have been identified, probably due to the deep location of ores coated cover of sedimentary and other rocks.

За последние десятилетия восточная часть хребта Терской Ала-Тоо привлекает внимание большого круга исследователей в связи с открытием свинцовых месторождений в Джергаланском районе и перспективностью его на цветные металлы (свинец, серебро).

Особенно благоприятным для развития промышленности является наличие здесь крупного каменноугольного месторождения, с развитой инфраструктурой.

Джергаланская группа месторождений расположена на северных склонах хр. Терской Ала-Тоо в 90 км к северо-востоку от г. Каракол.

В геологическом строении района Джергаланских месторождений принимают участие осадочные, в различной степени метаморфизованные отложения и изверженные породы. По условиям залегания и морфологии рудных тел известные свинцовые месторождения района разделены на две группы: жильные и пластообразные. В группу пластообразных месторождений, залегающих среди известняков, входит наибольшее число месторождений (Ики-Чат, Туз-Су, Чаар-Кудук, Таш-Тюбе, Уч-Кашка Южное, Джергалан свинцовое, Каркара) [2, 3]. Так как в перспективе, данный регион будет осваиваться, необходимы детальные исследования по изучению фонового уровня содержаний редких элементов в почве, биогеохимическая оценка степени их накопления и прогнозные оценки миграции рудных элементов при вскрытии и эксплуатации месторождений. Исходя из выше изложенного, целью настоящей работы явилась эколого-биогеохимическая оценка состояния почвенного покрова района свинцового месторождения «Ики-Чат».

Геология. Свинцовое оруденение месторождения «Ики-Чат» образует пластовую залежь, приуроченную к крупно- и микрозернистым извест-

някам. Горизонт безрудных известняков мощностью 0,4-0,6 м разделяет рудную залежь на две пачки: нижнюю и верхнюю. Наиболее выдержана нижняя пачка. Мощность пачек колеблется от 1,02 м до 8,85 м. Длина рудного горизонта более 1,3 км, ширина – 0,4-0,5 км. Основная масса руды представлена полосчато-вкрапленным типом руд в известняках. Главным рудообразующим минералом является галенит, кроме него встречаются сфалерит, халькопирит, марказит, пирит и др. Содержание свинца в нижней пачке составляет 2,10 - 5,27%, в верхней от 1,20 до 2,73%. Кроме свинца, в рудах содержится серебро, количество которого в среднем составляет 50-60 г/т. Содержание меди обычно находится в пределах десятых долей процента, редко превышая 1% [5, 13].

Почвенный покров района месторождения «Ики-Чат» представлен одним типом почв горно-лесными еловых лесов. Выделены два подтипа: 1) горно-лесные темноцветные еловых лесов, 2) горно-лесные темноцветные арчовых лесов.

Горно-лесные темноцветные почвы еловых лесов встречаются на крутых горных склонах северной, северо-западной и северо-восточной экспозиций в пределах высот 2400-2636 м над уровнем моря. Они развиваются под тянь-шанской елью. Подлесок образован рябиной, шиповником, жимолостью, кизильником. Травяной покров представлен мятликово-разнотравно-ежовой, гераниево-мятликовой растительностью. Верхняя граница ельников представляет собой почти отвесные обнажения скал, выходы коренных пород. Формируются почвы на элювии и делювии гранитов, доломитов, известняков, сланцев, песчаников [1, 12].

Горно-лесные темноцветные почвы арчовых лесов распространены по северным, западным, южным, экспозициям. Арча представлена стелющейся формой. Травяной покров состоит из разнотравно-флемисово-манжетковой растительности [1, 12].

Почвы еловых лесов изучаемого района имеют большое почвозащитное (противоэрозионное) и водорегулирующее значение, однако в настоящее время они подвержены антропогенному воздействию: пастбищной эрозии, видны тропы, по корням некоторых деревьев, вырубка деревьев, размытость склонов, ярко выражена колеяная (техническая)

эрозия, имеются канавы и отвалы вскрышных пород проведенных геологоразведочных работ [9].

Материал и методы исследования

При отборе почвенных образцов нами была использована классификация почв, принятая при составлении почвенной карты Киргизской ССР. Отбор проб почвы выполнялся согласно требований государственных стандартов: ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 53123-2008 (ИСО 10381-5:2005) [6, 7, 8].

Определение микроэлементов в пробах почвы было проведено методом спектрального анализа в центральной лаборатории Государственного агентства по геологии и минеральным ресурсам Кыргызстана. Общий анализ почв был проведен в Республиканской почвенно-агрохимической станции. Статистическая обработка результатов была проведена при помощи пакета статистических программ Statistica 6 (95% доверительный уровень).

Результаты исследований

Результаты общего анализа горно-лесных почв еловых лесов представлены в таблице 1. Содержание гумуса в почвах среднее (4,32-4,58%). Реакция почвенного раствора от нейтральной до слабощелочной (рН 6,50-8,10). Данные почвы в достаточной степени обеспечены общим азотом (0,169-0,181%), фосфором (0,115-0,148%) и калием (1,92-2,01%). Кларк концентрации азота составил (K_k 1,69-1,81), фосфора (K_k 1,44-1,85), калия (K_k 1,41-1,48). Обеспеченность почв подвижными формами

фосфора (30,0-34,8 мг/кг) и калия (170,0-280,0 мг/кг) средняя. Почвы слабокарбонатные (0,88-1,41%). Емкость поглощения средняя (22,4 -27,0 мг/экв на 100 г).

Механический состав средне и тяжело суглинистый. Сумма частиц (<0,01 мм) колеблется в пределах 46,64-47,41% (табл.2). В составе механических фракций значительную долю занимает мелкий песок (0,25-0,05 мм) – 14,90-19,61%, меньше средний песок (1,0-0,25 мм) – 4,02-4,60%. Повышено содержание крупнопылеватых частиц (0,05-0,01 мм) – 28,38-34,44%, меньше средней (0,01-0,005 мм) – 11,56-12,32% и мелкой пыли (0,005-0,001 мм) – 17,32-17,40%, больше илистых частиц (<0,001 мм) – 16,92-18,53%.

Результаты спектрального анализа по определению микроэлементов в почве представлены в таблице 2. Их условно можно разделить на четыре основные группы:

1. Элементы не обнаруженные спектральным анализом: **W, Ta, Sb, Bi, As, Cd, Ge, In, La, Ce, Th, U, Pt, Au.**
2. Элементы, содержание которых в почвах ниже кларковых значений: **Mn, Ni, Ti, V, Cr, Ga, Y, Be, Sr, Ba.**
3. Элементы, содержание которых в почвах на уровне кларковых значений: **Co, Mo, Zr, Li, Ag**
4. Элементы, содержание которых в почвах выше кларковых значений: **Pb, Cu, Zn.**

Таблица 1.

Показатели общего анализа почв района свинцового месторождения «Ики-Чат»

Подтип почвы	рН	СО ₂ , %	Гумус, %	Емкость поглощения мг-экв. на 100 гр. почвы	Поглощен. На мг-экв.	Азот общий, %	Подвижная форма фосфора, мг/кг	Обменный калий, мг/кг	Валовой	
									фосфор, %	калий, %
Горно-лесные темно-цветные арчовых лесов	6,50±0,5	0,88±0,1	4,58±0,3	27,0±3,1	0,10±0,01	0,181±0,02	30,0±2,8	170,0±15	0,115±0,01	1,92±0,2
Горно-лесных темно-цветных еловых лесов	8,10±0,7	1,41±0,1	4,32±0,3	22,4±2,5	0,20±0,02	0,169±0,02	34,8±3,2	280,0±19	0,148±0,01	2,01±0,2

Таблица 2.

Механический и микроагрегатный состав почв района свинцового месторождения «Ики-Чат»

Подтип почвы	Глубина взятия образца см	Содержание фракций % (размер частиц, мм)							Сумма частиц <0,01
		>1,0	1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	
Горно-лесные темноцветные арчовых лесов	0-20		4,02±0,3	14,90±1,5	34,44±2,9	12,32±1,1	17,40±1,6	16,92±1,5	46,64±3,9
Горно-лесные темноцветных еловых лесов	0-20		4,60±0,4	19,61±1,7	28,38±2,4	11,56±1,0	17,32±1,6	18,53±1,7	47,41±4,2

Таблица 3.

Содержание микроэлементов в почвах района свинцового месторождения «Ики-Чат»

№ пр.	Подтип почвы	(Pb) n×10 ⁻³	(Cu) n×10 ⁻³	(Zn) n×10 ⁻³	(Mn) n×10 ⁻²	(Ni) n×10 ⁻³	(Co) n×10 ⁻⁴	(Ti) n×10 ⁻¹	(V) n×10 ⁻²	(Cr) n×10 ⁻²	(Mo) n×10 ⁻⁴
т.2	Горно-лесные темноцветные арчовых лесов	1,5±0,55	5±1,15	7±0,88	4±0,76	2±0,8	9±0,8	4±0,76	0,9±0,61	0,4±0,41	1,5±0,66
т.3		1,2±0,58	4±0,61	4±0,85	5±0,8	1,5±0,71	9±0,76	4±0,71	0,9±0,62	0,3±0,29	2±0,8
т.4		0,4±0,25	5±0,49	3±0,7	1,5±0,56	1,5±0,89	7±0,8	4±0,94	0,5±0,13	0,4±0,51	2±0,53
т.6		2±0,65	5±0,6	12±0,79	5±0,58	4±0,71	9±0,49	4±0,5	1,2±0,61	0,5±0,42	2±0,46
	Среднее	1,3±0,51	4,7±0,7	6,5±0,81	3,9±0,68	2,2±0,78	8,5±0,71	4±0,73	0,9±0,49	0,4±0,41	1,9±0,61
т.1	Горно-лесных темноцветных еловых лесов	1,5±0,66	5±0,54	9±0,8	5±0,85	4±0,85	9±1,4	4±0,76	1,2±0,64	0,5±0,28	2±0,85
т.5		2±0,79	3±0,48	5±0,83	3±0,68	1,2±0,93	4±1,1	3±0,9	0,4±0,25	0,3±0,2	3±0,79
т.7		1,2±0,49	3±0,4	4±0,71	12±0,5	2±,3	7±1,01	3±0,75	0,9±0,66	0,4±0,25	2±0,99
т.8		7±1,25	5±0,61	15±0,86	9±0,84	4±1,09	12±0,5	4±0,8	1,2±0,89	0,5±0,3	3±1,58
т.9		15±0,9	5±0,8	7±0,6	7±0,5	4±0,3	12±0,8	4±0,3	0,5±0,10	0,4±0,10	4±0,30
	Среднее	5,34±0,82	4,2±0,56	8±0,76	5,2±0,67	3±0,88	6,8±0,96	3,6±0,7	0,84±0,51	0,42±0,23	2,8±0,9

№	Подтип почвы	(Zr) n×10 ⁻²	(Ga) n×10 ⁻³	(Y) n×10 ⁻³	(Be) n×10 ⁻⁴	(Sr) n×10 ⁻²	(Ba) n×10 ⁻²	(Li) n×10 ⁻³	(Sc) n×10 ⁻⁴	(Ag) n×10 ⁻⁴	(P) n×10 ⁻²
т.2	Горно-лесные темноцветные арчовых лесов	3±0,65	0,9±0,8	4±0,78	3±0,88	3±0,85	3±0,8	3±1,5	20±1,2	0,5±0,4	2±0,85
т.3		3±0,79	0,9±0,65	4±0,57	2±0,6	2±0,88	2±0,66	3±0,46	20±0,89	0,2±0,08	2±0,71
т.4		4±0,65	0,9±0,84	4±0,86	2±1,0	4±1,4	4±0,89	4±0,9	20±0,8	0,3±0,2	1±1,74
т.6		3±0,48	0,9±0,78	4±0,94	2±1,1	3±0,9	4±0,4	4±0,48	20±0,76	0,4±0,44	1±0,61
	Среднее	3,2±0,64	0,9±0,77	4±0,79	2,2±0,9	3±1,0	3,2±0,69	3,5±0,6	20±0,9	0,35±0,28	1,5±0,73
т.1	Горно-лесных темноцветных еловых лесов	3±0,48	0,9±0,48	4±1,3	4±0,88	2±0,5	2±0,73	3±0,69	20±0,85	1,4±0,56	1±0,6
т.5		2±0,84	0,7±0,56	3±0,45	3±0,78	3±0,65	2±0,79	4±0,73	20±0,78	0,8±0,42	2±0,75
т.7		3±0,79	0,7±0,36	4±0,9	5±0,45	3±0,69	2±0,8	3±0,71	20±0,8	1,6±0,56	1±0,59
т.8		4±0,98	0,7±0,6	4±0,76	3±0,43	3±0,73	4±0,72	4±0,65	20±0,76	2,3±0,69	2±0,69
т.9		2±0,1	1,5±0,12	4±0,3	7±0,6	4±0,3	12±0,9	4±0,3	7±0,6	1,2±0,2	2,5±0,3
	Среднее	2,8±0,64	0,9±0,42	3,8±0,74	4,4±0,45	3±0,57	4,4±0,79	3,6±0,62	17,4±0,76	1,46±0,49	1,7±0,58

Свинец относится к халькофильным элементам. Его среднее содержание в земной коре $1,6 \times 10^{-3}$ %. Мировые запасы свинца более 220 млн.т., а подтвержденные – около 80 млн.т. Наиболее крупные запасы в Австралии, Канаде и США. Мировое производство металла – 5-6 млн.т. Около

65% свинца используется для производства аккумуляторов. Главным минералом свинца является галенит, на его долю приходится свыше 90% запасов. Естественное содержание свинца в почве наследуется от состава материнских пород. Среднее содержание свинца в почве 1×10^{-3} % [4, 10, 11].

Как видно из данных таблицы 1, содержание свинца в горно-лесных темноцветных почвах арчевых лесов (точки 2, 3, 4, 6) варьирует в пределах $0,4 - 2 \times 10^{-3}\%$, при среднем $1,3 \times 10^{-3}\%$. Максимальные значения характерны для точки 6 ($2 \times 10^{-3}\%$), что выше кларка для почв в 2 раза ($K_k=2$).

Содержание свинца в горно-лесных темноцветных почвах еловых лесов (точки 1, 5, 7, 8, 9) варьирует в пределах $1,2 - 15 \times 10^{-3}\%$, при среднем $5,3 \times 10^{-3}\%$. Максимальные значения характерны для точек: 8 ($7 \times 10^{-3}\%$) и 9 ($15 \times 10^{-3}\%$), что выше кларка в 7-15 раз ($K_k=7-15$). Среднее содержание свинца в горно-лесных темноцветных почвах еловых лесов в 4,1 раза выше, чем в почвах арчевых лесов.

Медь. Среднее содержание меди в литосфере составляет $1 \times 10^{-2}\%$, в почве $2 \times 10^{-3}\%$. По данным других авторов среднее фоновое содержание меди колеблется в пределах $0,6 - 6 \times 10^{-3}\%$, достигая максимума в почвах с высоким содержанием гумуса и минимума в песчаных [4, 10, 11]. Содержание меди в горно-лесных темноцветных почвах арчевых лесов составляет $4 - 5 \times 10^{-3}\%$, при среднем $4,7 \times 10^{-3}\%$, что выше кларка в 2,3 раза ($K_k=2,3$). Содержание меди в горно-лесных темноцветных почвах еловых лесов варьирует в пределах $3 - 5 \times 10^{-3}\%$, при среднем $4,2 \times 10^{-3}\%$, что выше кларка в 2,1 раз ($K_k=2,1$).

Цинк. В среднем валовое содержание цинка в поверхностном горизонте каштановых почв составляет $3,1 \times 10^{-3}\%$, а для черноземов $4,5 \times 10^{-3}\%$ [4, 10, 11]. Кларковое содержание цинка для почв составляет $5 \times 10^{-3}\%$. Содержание цинка в горно-лесных темноцветных почвах арчевых лесов варьирует в пределах $3 - 12 \times 10^{-3}\%$, при среднем $6,5 \times 10^{-3}\%$.

Максимальные значения характерны для точки 6 ($12 \times 10^{-3}\%$), что выше кларка для почв в 2,4 раза ($K_k=2,4$).

Содержание цинка в горно-лесных темноцветных почвах еловых лесов варьирует в пределах $9 - 15 \times 10^{-3}\%$, при среднем $8 \times 10^{-3}\%$. Максимальные значения характерны для точки 8 ($15 \times 10^{-3}\%$), что выше кларка для почв в 3 раза ($K_k=3$).

Обсуждение

В биогеохимических исследованиях часто применяют следующую группировку почв по степени накопления тяжелых металлов: к слабым накоплением относятся почвы с содержанием элемента от 2 до 10 кларков; к средним – от 10 до 30 кларков; к сильным – свыше 30 кларков [9].

По степени превышения кларковых значений почвы района свинцового месторождения «Ики-Чат» можно отнести к первой группе, т.е. слабым накоплением свинца. Особого внимания заслуживают точки (т.8, т.9), расположенные в нижней части склона по рельефу местности, где выявлены превышения кларков по свинцу в 7-15 раз, меди 2,5, цинку 1,4-3 (табл. 3).

В условиях оруденения свинец часто преобладает над медью и цинком или выравнивается с ними в первичных и вторичных собственно свинцовых минералах (и рудах). Точно так же изменяется отношение (Cu:Pb) и (Zn:Pb) в почвах свинцовых месторождений, приближаясь к единице, тогда как в обычных зональных почвах отношение (Cu:Pb) очевидно равно 2, а (Zn:Pb) 5.

Уменьшение отношений микроэлементов для горно-лесных темноцветных почв еловых лесов (т.9) Cu:Pb (0,33), Zn:Pb (0,46) является определенным критерием наличия рудопроявления свинца в данном регионе. Следует отметить также наличие серебра в почвах в концентрации $0,3 - 1,2 \times 10^{-4}\%$.

Таким образом, по накоплению свинца в поверхностном слое почв исследуемого района нами не выявлены ярко выраженные свинцовые аномалии, вероятно, это связано с глубоким залеганием свинцовых руд, покрытых чехлом осадочных и других без рудных пород.

Литература:

1. Асанбеков И.А. Почвы северо-восточной части Иссык-Кульской котловины. – Автореф. дисс. на соискание учен. степени. канд. с.-х. наук. Фрунзе, 1971. 20с.
2. Богомазов Г.П. Некоторые вопросы геологии и генезиса свинцовых месторождений Джергаланского района // Труды института геологии. Вып.9, Ф., 1957. - С.119-160.
3. Бурыхина З.Е. Минералогия руд и некоторые вопросы свинцовых месторождений Джергаланского района (Северо-Восточный Тянь-Шань). Автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. геол. – минер. наук. – Москва, 1960. – 22 с.
4. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. - М.: АН СССР, 1957. 219с.
5. Геология СССР. Том XXV. Киргизская ССР. Полезные ископаемые. – М.: Недра, 1985. - 226с.
6. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. М.: «Издательство стандартов», 2004. - 3 с.
7. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: «Изд-во стандартов», 1985. – 14 с.
8. ГОСТ 53123-2008 (ИСО 10381-5:2005). Качество почвы. Отбор проб. Часть 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы. М.: «Стандартинформ», 2009. – 60 с.
9. Дженбаев Б.М., Мурсалиев А.М. Биогеохимия природных и техногенных экосистем Кыргызстана. – Бишкек: Илим, 2012. – 404с.
10. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. – 439с.
11. Малюга Д.П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений. - М.: АН СССР, 1963. 264с.
12. Мамытов А.М. Почвы Иссык-Кульской области и пути их рационального использования. - Ф.: Илим, 1977.- 277с.
13. Никаноров В.В. Рудные месторождения Кыргызстана. – Бишкек, 2009. – 482 с.

Рецензент: д.хим.н. Турдумамбетов К.Т.