

Дифференциация меди, молибдена и вольфрама в локальных биогеохимических циклах

В. Ермаков¹, В. Данилова¹, С. Хушвахтова¹, А. Дегтярев¹, Е. Кречетова¹, С. Тютиков¹,
А. Буряк², И. Пыцкий², В. Хабаров²

¹Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

²Институт электрохимии и физической химии им. А.Н. Фрумкина РАН, Москва

ermakov@geokhi.ru; akburiyak@ipc.rssi.ru

Проведена сравнительная оценка биогенной миграции молибдена, меди и вольфрама в условиях различных молибденово-вольфрамово-медных месторождений и фоновых территорий.

Ключевые слова: биогеохимия, циклы, медь, молибден, вольфрам, среда, организмы

Ссылка: Ермаков, В. В. Данилова, С. Хушвахтова, А. Дегтярев, Е. Кречетова, С. Тютиков, А. Буряк, И. Пыцкий, В. Хабаров (2012), Дифференциация меди, молибдена и вольфрама в локальных биогеохимических циклах, *Вестник ОНЗ РАН*, 4, NZ9001, doi:10.2205/2012NZ_ASEMPG.

Введение

Нами было проведено определение ряда микроэлементов в почвах, водных растениях и животных организмах (кровь и волосяной покров) в условиях ряда открытых месторождений и фоновых территорий Северного Кавказа и Забайкалья [Ermakov, Soboleeva, 2008; Ermakov et al., 2011]. Цель данной работы состояла в выяснении особенностей аккумуляирования меди и молибдена в организме животных на фоне различного содержания вольфрама в среде и кормах и возможного включения вольфрама в ксантиноксидазу молока коров.

Методы

Полевые исследования проведены летом 2011 г. на территории рудных (вольфрам-молибденовое месторождение Тырныауз) и фоновых ландшафтов Северного Кавказа с отбором образцов пород, почв, вод, растений, тканей животных. Медь и молибден определяли в образцах посредством ААС общепринятыми методами. Концентрации вольфрама измеряли посредством ИСП-масс-спектрометрии. Точность аналитических данных контролировали посредством анализа стандартных образцов почв, растений и волос.

Результаты исследований

Обнаружено обогащение почвообразующих пород микроэлементами (Cu, Mo, W) в районе Тырныауза. Содержание этих элементов здесь выше на порядок по сравнению с породами долины р. Чегем (фоновая территория). В водах бассейна р. Баксан и ее притоках концентрации цинка в 1.5–7 раз выше по сравнению с водами бассейна р. Чегем. На некоторых точках поймы р. Баксан повышены концентрации в водах Mo, Pb, Ni и As.

Установлено, что почвы долины р. Баксан заметно обогащены молибденом и вольфрамом (Кк (коэффициент обогащения) составляет 44–85 и 35–100, соответственно), что связано с рудной минерализацией (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительные параметры биогенной миграции Mo и Cu в иогеохимической цепи

Объект	Mo, мг/кг	Cu, мг/кг	Кк	Кб
Аномальные участки (Большой Мукулан, Тырныауз, Былым)				
Вода (8)	0.002–0.40	0.0027–0.076	5–400 (Mo) 2.2–2.7 (Cu)	
Почвы, отвалы (8)	87–443	25.2–60.8	44–85 (Mo) 1.9–2.4 (Cu)	
Растения - укосы (8)	7.2–64.5	3.0–10.6	14–20 (Mo)	0.08–0.29 (Mo)

				0.12–0.17 (Cu)
Волосы коров (30)	1.33 ± 0.07	7.3 ± 0.2	13.3 (Mo)	
Кровь коров (20)	0.035 ± 0.07	0.61 ± 0.09	3.2 (Mo)	
Фоновые участки (Баксан, Кызбурун, Чегем, Аушигер)				
Вода (9)	0.0004–0.001	0.001–0.0016		
Почвы (12)	2.0–2.4	10.6–31.7		
Растения-укося (12)	0.5–3.2	1.8–12.4		0.25–1.33 (Mo) 0.16–0.39 (Cu)
Волосы коров (30)	0.1 ± 0.02	7.6 ± 0.3		
Кровь коров (20)	0.011 ± 0.03	1.03 ± 0.19		

Кк для почв бассейна р. Чегем равно 1.2 (Mo) и 7.7 (W). В почве обоих районов концентрации цинка повышены (Кк 2.7 – Баксан и 2.2 – Чегем). Количество Mo и Cu является повышенным и в некоторых растениях. Однако, если содержание молибдена повышено в крови, молоке и волосах коров, то уровень меди заметно снижен по сравнению с животными контрольных территорий.

Указанные металлы были обнаружены не только в молоке коров, но и в пахте. При этом содержание их в пахте увеличивалось в 5–10 раз как в рудных, так и в контрольных районах. Так, в пахте из контрольного района (Кудиново) обнаружено (в мкг/л): Cu – 130, Mo – 93, W – 4, а в пахте, полученной из молока коров в Тырныаузе: Cu – 556, Mo – 684, W – 43 мкг/л.

Учитывая известную связь молибдена и меди с ферментом ксантиноксидазой молока, данный фермент был выделен из пахты животных из контрольного района (Кудиново). При фракционировании фермента были обнаружены 2 фракции, содержащие преимущественно молибден и медь, а также молибден и вольфрам (рис. 1).

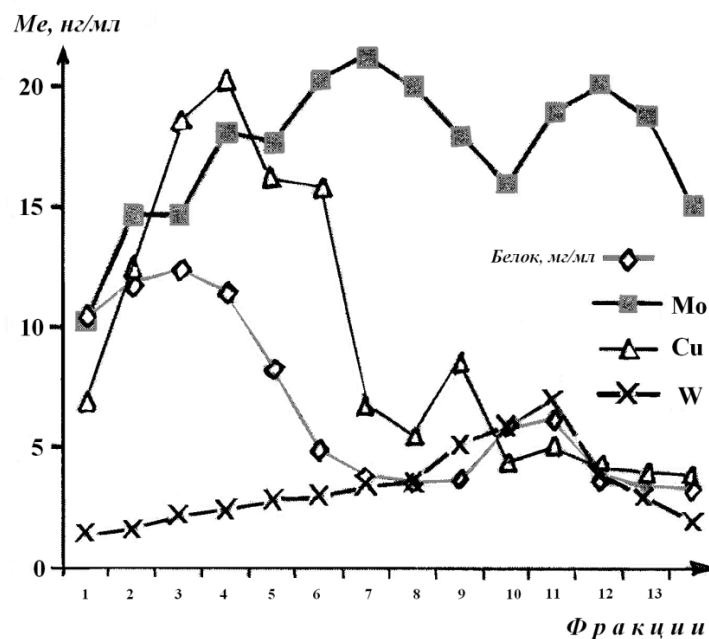


Рис. 1. Изменение концентраций металлов, белков и активности ксантиноксидазы во фракциях очищенного препарата фермента

Таким образом, при биогеохимических исследованиях вольфрам-молибденовых рудных ландшафтов Северного Кавказа (Тырныауз) и фоновых территорий впервые установлено аккумуляирование вольфрама не только растениями и почвенными микроорганизмами, но и включение вольфрама в фермент млекопитающих ксантиноксидазу. При увеличении уровня содержания молибдена и вольфрама в среде миграция последнего резко усиливается в рудных районах.

Поддержано грантом РФФИ 12-05-00141-а.

Литература

Ermakov, V., A. Soboleeva. (2008). Migration of molybdenum under extremal geochemical conditions and its biological effects. *Trace elements in the environment - ecological and analytical problems*, Koszalin-Mielno (Poland), pp. 89–92.

Ermakov, V., L. Jovanovic, A. Degtyarev, V. Danilova, E. Krechetova, S. Tjutikov, S. Khushvakhtova (2011). The interrelation of copper and molybdenum in biogeochemical processes. *Ecologica*, vol.18, no. 63, pp. 363–367.