

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЯ

Матяшенко Г.В., Чупарина Е.В., Финкельштейн А.Л.

*Институт геохимии им. А.П.Виноградова СО РАН, г. Иркутск,
e-mail: mag@igc.irk.ru*

В качестве биоиндикаторов загрязнения наземных экосистем успешно используются мхи. Вследствие физиологических особенностей, они способны поглощать минеральные вещества как из воздушной среды, так и из гумусового слоя почвы. Поэтому мхи применяют для оценки атмосферного загрязнения, а также для тестирования состояния верхнего слоя почвенного покрова. В Прибайкалье широко распространены мхи *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens*, которые и послужили объектами исследования в данной работе. Нами определены содержания эссенциальных и потенциально токсичных элементов в упомянутых мхах, собранных в районе Южного Байкала, для оценки возможности их использования в качестве биомониторов.

Мхи отбирали на северо-западном макросклоне хребта Хамар-Дабан на заложенных ранее (1972 г.) постоянных пробных площадях 50×50 м, на разном удалении от Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК). Сбор проведен в начале июля 2011 года. Мхи также были отобраны на острове Ольхон (озеро Байкал), относящемся к экологически чистой территории. В каждой точке (БЦБК, пос. Солзан, ключ Голанский, о. Ольхон) составлялись комбинированные образцы, взятые с 5-10 куртин. После высушивания при 40 °С до постоянного веса образцы очищались от мусора и мертвого материала, оставались только зеленые сегменты последних трех лет. Часть предварительно подготовленного материала поступала на анализ.

Определение элементного состава мхов выполняли методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Образцы растений измельчали в электрической кофемолке. Доизмельчение проводили в ручной кофемолке. При этом достигался необходимый размер частиц (менее 100 мкм). Из навески 1 г измельченного материала прессовали излучатель на подложке из борной кислоты при усилии 16 тонн.

Интенсивности аналитических линий Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Zr, Ba и Pb измеряли на волновом рентгеновском спектрометре S4 Pioneer (Bruker, AXS). Стандартные отклонения, характеризующие внутрилабораторную прецизионность измерений, не превышали 5 %.

Правильность результатов оценивали сопоставлением результатов РФА с аттестованными значениями концентраций элементов в польском стандартном материале состава травосмеси INCT-MPH-2 и китайском СО (стандартном образце) состава листьев и веток кустарника (GBW 07602). Значения пределов обнаружения рассчитывали по 3 σ критерию, используя стандартные образцы с малым содержанием элемента. Величины пределов обнаружения составили, в мкг/г: Na (30); Mg (10); Al, Mn и Fe (5); Cl, Ti и Ba (4); Si, Zr и Pb (3); P, S, K и Sr (2); Cr (2,6); Ca, Ni, Cu, Zn, Br и Rb (1).

Содержание некоторых элементов во мхах, собранных на территориях с разной техногенной нагрузкой, приведены в таблице ниже. В таблице даны минимальные и максимальные содержания элементов во мхах. В последней колонке таблицы представлен диапазон содержания элементов, которые были установлены для мхов, собранных на европейских территориях с разной антропогенной нагрузкой. Как видно, диапазоны содержания большинства элементов, взятые из публикаций, шире, как со стороны минимальных, так и со стороны максимальных концентраций, по сравнению с данными наших исследований. Этот факт объясняется тем, что литературные данные по разным видам мхов с разных природных территорий отличаются степенью техногенного влияния.

Сравнивая максимальные концентрации, мы можем предположить, что мхи Прибайкалья меньше подвержены антропогенному воздействию по сравнению с образцами европейских территорий.

Таблица
Содержания элементов во мхах

Элемент	Диапазон содержания	Литературные данные
P, %	0.079-0.195	0.070-0.283
S, %	0.062-0.125	0.061-0.202
Cl, %	0.0010-0.0345	0.0045-0.38
Fe, %	0.080-0.345	0.0068-2.073
Mn, мкг/г	170-420	22-2200
Ni, мкг/г	3-14	0.1-93.9
Cu, мкг/г	3-10.5	3-200
Zn, мкг/г	31-66	7.9-877
Sr, мкг/г	11-28.5	0.5-339
Ba, мкг/г	7-62	4-250
Pb, мкг/г	3-7	2.1-12.2

На рис. 1а и 1б показаны распределения элементов во мхах в зависимости от места отбора. Для обоих видов мхов было выявлено, что концентрации элементов в образцах из фоновых территорий значительно ниже значений, полученных для мест отбора, подверженных антропогенному влиянию. Различия содержаний эссенциальных элементов в фоновых и загрязненных зонах значительно меньше, чем различия содержания микроэлементов. Поэтому использование микроэлементов во мхах предпочтительнее при оценке атмосферного загрязнения территорий.

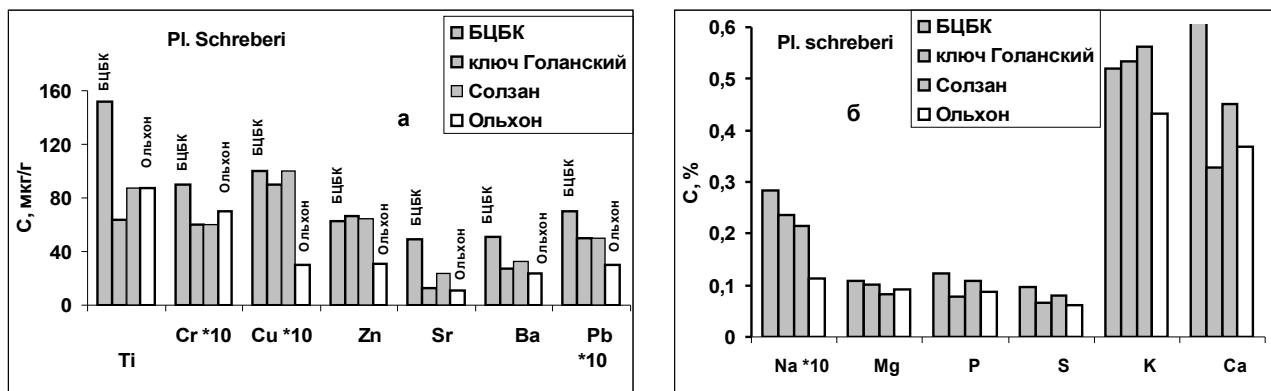


Рис. 1. Распределение токсичных (а) и эссенциальных (б) элементов в образце *Pleurozium schreberi* в зависимости от места отбора

Таким образом, рентгенофлуоресцентный метод анализа обеспечивает получение необходимых данных об элементном составе мхов. Анализ этих данных показал, что мхи являются информативными видами растений, свидетельствующими о состоянии окружающей среды.