

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

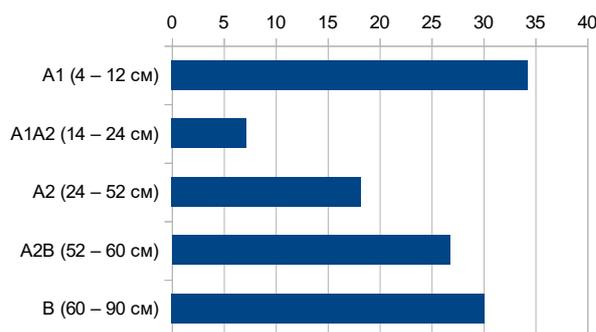


Рис. 1 Валовое содержание Zn в почвах (в мг/кг)

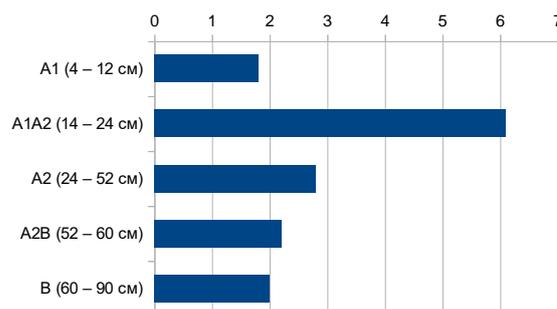


Рис. 2 Соотношение валового содержания и подвижных форм Zn

Подвижность цинка наибольшая во втором горизонте. Далее она снижается с глубиной. Данная закономерность может объясняться кислотным выщелачиванием элемента, характерным в том числе для подзолистых песчаных почв. К тому же подвижность Zn связана обратной зависимостью с содержанием Ca [7], а в исследованных почвах по результатам ИНАА в большинстве случаев в горизонте A1A2 наименьшее содержание данного элемента по профилю.

Кларк для почв равен 90 мг/кг [13] либо 60 мг/кг [12], ПДК — 23 мг/кг [3]. Таким образом, полученные данные значительно ниже приведенных значений кларков и соответствуют ПДК. Генеральное среднее содержание для почв мира составляет  $56 \pm 5$  г/т либо 50 г/т [2], для бывшего СССР —  $57 \pm 11$  [7]. В дерново-подзолистых почвах Московской области содержание Zn равно 50 г/т, а в тех же почвах задровых равнин — 142 г/т. Наибольшее его количество содержится в аллювиальных почвах (25 — 214 г/т) [6]. При этом для лесных и таежных ландшафтов Нечерноземья часто характерен недостаток данного элемента (48%) [8]. В подзолистых и песчаных почвах бывшего СССР содержание колеблется от 3,5 до 57 мг/кг, а среднее равно 31 мг/кг [4, 5]. В дерново-подзолистой почве содержание Zn равно  $43,4 \pm 8$  мг/кг [9] и возрастает с глубиной от 33 мг/кг в горизонте A1 до 60 мг/кг в C [1]. В лесных почвах бассейна оз. Котокельское среднее содержание равно  $47,8 \pm 5,3$  мг/кг [10]. Содержание Zn в дерново-подзолистых почвах Московской области составляет 50 мг/кг [6]. Таким образом, полученные данные соответствуют литературным и ниже приведенным средним значениям.

### Литература

1. Безносиков В.А., Лодыгин Е.Д., Кондратенко Б.М. Оценка фоновое содержания тяжелых металлов в почвах европейского северо-востока России. Почвоведение. 2007. № 9.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. - М.: Изд-во АН СССР, 1957.
3. Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // Почвоведение. 2012. № 3. С. 368 — 375.
4. Головина Л.П., Лысенко М.Н., Кисель Т.И. Содержание и распределение цинка в почвах Украинского Полесья. - Почвоведение, № 2, 1980, с. 72.
5. Зборищук Ю.Н., Зырин Н.Г. Медь и цинк в пахотном слое почв Европейской части СССР. - Почвоведение № 1, 1978, с. 38.
6. Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн./Под ред. Э. К. Буренкова. - М.: Недра, 1994.
7. Кабата-Пендиас А. Пендиас Х., «Микроэлементы в почвах и растениях» // «Мир», Москва, 1989, 439 с.
8. Ковальский В.В. Геохимическая экология. - М.: Наука, 1974.
9. Круглов С.В., Анисимов В.С., Лаврентьева Г.В., Анисимова Л.Н. Параметры селективной сорбции Co, Cu, Zn и Cd дерново-подзолистой почвой и черноземом. Почвоведение. 2009. № 4. С. 419 — 428.
10. Сосорова С.Б., Гынинова А.Б., Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л., Болонева Л.Н. Содержание микроэлементов и железа в почвах и растениях бассейна озера Котокельское (Западное Забайкалье) // Почвоведение. 2012. № 4. С. 429 — 438.
11. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. - 227 с.
12. Ярошевский А. А. Кларки геосфер // Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. - М.: Недра, 1990.
13. Bowen H.J.M Environmental Chemistry of the Elements. - N.Y.: Acad. Press, 1979.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЭПИФИТНЫХ МХОВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДОВ ЛЕНИНСКА-КУЗНЕЦКОГО И ТОМСКА

Н.П. Боженко

Научный руководитель доцент А.М. Межибор

*Национальный исследовательский Томский Политехнический университет, г. Томск, Россия*

Мхи различных видов в последние годы активно используются в эколого-геохимических исследованиях как индикаторы состояния окружающей среды. Мхи не имеют корневой системы, что делает их оптимальными сорбентами для атмосферных выпадений. Благодаря своим морфологическим особенностям, мхи поглощают

выпавшие на их поверхность вещества, а низкий уровень метаболизма способствует их последующему накоплению в биомассе [1, 2].

Цель настоящих исследований - оценить загрязнение воздуха в рекреационных зонах г. Ленинск-Кузнецкий (Кемеровская область), г. Томска и пригорода путем определения содержаний химических элементов в эпифитных (древесных) мхах.

В 2015 году были отобраны пробы мхов, произрастающих на коре деревьев, на территории г. Ленинск-Кузнецкий в Кемеровской области: 3 точки в парке, расположенном на северо-западе города, и в качестве фонового показателя - 3 точки, расположенные на расстоянии 10 км к юго-востоку от города. Также в 2015 г. были отобраны пробы мхов, произрастающих на коре деревьев, в нескольких рекреационных зонах Томского района: в поселке Заварзино, расположенном в 6 км к юго-востоку от г. Томска; в поселке Аникино, расположенном на расстоянии 10 км к югу от г. Томска; на территории Лагерного сада г. Томска; в деревне Лаврово в 50 км к западу от г. Томска; в качестве фонового показателя были отобраны пробы эпифитных мхов на болоте у оз. Песчаное, расположенного близ села Тимирязевское в 5 км к западу от г. Томска.

При анализе полученных проб был использован инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т Томского политехнического университета (аналитик А.Ф. Судыко). Содержание химических элементов во мхах приводится в таблице.

Таблица

Содержание химических элементов (мг/кг) в эпифитных мхах рекреационных зон г. Томска, Томского района и г. Ленинск-Кузнецкий

Место отбора проб	Na, %	Ca, %	Sc	Cr	Fe, %	Co	Zn	As	Br	Rb	Sr	Ag	Sb	Cs
ЗВ	0,05	0,39	0,61	3,58	0,21	1,23	16,4	0,97	8,6	7,4	9	0,1	0,05	0,31
АН	0,11	0,51	1,17	5,86	0,42	2,12	50,7	1,67	10,7	9,92	6,39	0,1	0,24	0,39
Пес	0,01	0,12	0,11	0,5	0,07	0,62	5	0,53	5,95	22,1	10	0,1	0,05	0,17
ЛС	0,11	0,54	1,4	18,9	0,48	2,74	104	2,33	8,48	13,3	9,95	0,1	0,41	0,5
ЛАВ	0,03	0,33	0,38	0,5	0,1	0,81	43,7	1,34	6,35	10,9	10	0,07	0,05	0,22
ЛК-ЮВ	0,16	0,99	2,46	18,9	0,73	3,98	156	2,39	9,48	20,2	37,36	0,1	0,87	0,97
ЛК-ПГ	0,28	1,21	3,53	33,2	1,17	5,15	115	5,51	9,56	24,8	100,4	0,1	1,41	1,52
Место отбора проб	Va	La	Hf	Ta	Au	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Th	U
ЗВ	68,7	1,8	0,29	0,05	0,0018	4,99	1,05	0,18	0,02	0,03	0,008	0,02	0,49	0,94
АН	97,8	3,58	0,77	0,05	0,0044	8,82	2,14	0,43	0,09	0,09	0,28	0,04	0,62	1,22
Пес	12,5	0,31	0,07	0,002	0,0017	1,36	0,25	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,07	0,6
ЛС	129	4,3	0,85	0,06	0,0049	11,9	3,93	0,57	0,12	0,14	0,38	0,05	1	0,99
ЛАВ	47,7	1,08	0,23	0,02	0,0013	3,41	0,95	0,25	0,03	0,03	0,09	0,01	0,18	0,63
ЛК-ЮВ	172	6,03	1,36	0,09	0,003	12,9	4,84	1,27	0,18	0,18	0,52	0,08	0,76	1,46
ЛК-ПГ	318	8,64	1,66	0,16	0,004	21,7	6,61	1,45	0,24	0,3	0,79	0,11	1,8	1,8

Примечание: ЗВ - пос. Заварзино; АН - пос. Аникино; Пес - оз. Песчаное (Тимирязево); ЛС - Лагерный сад г. Томска; ЛАВ - д. Лаврово; ЛК-ЮВ - 10 км к юго-востоку от г. Ленинск-Кузнецкий; ЛК-ПГ - парк им. Горького в черте г. Ленинск-Кузнецкий.

По результатам анализа полученных данных по г. Томску, Томскому району и г. Ленинск-Кузнецкий стоит отметить, что в целом концентрации химических элементов в рекреационных зонах г. Ленинск-Кузнецкий значительно выше, чем в г. Томске и его окрестностях. Наибольшими концентрациями по всем элементам характеризуется мох из парка им. Горького, расположенного в черте города Ленинск-Кузнецкий (рис. 1).

Примечательно, что наибольшими концентрациями в рассматриваемых территориях отмечаются пробы с рекреационных зон, расположенных непосредственно на территории городов, это пробы с Лагерного сада г. Томска и пробы с парка им. Горького г. Ленинск-Кузнецкого. Это в целом объясняет загрязнение окружающей среды городов в результате воздействия промышленности и автотранспорта.

Как известно, Кемеровская область славится многочисленными запасами каменного угля. Только близ Ленинска-Кузнецкого располагается около десятка шахт. Также вблизи города расположены предприятия по переработке угля. Транспортировка данного полезного ископаемого происходит в том числе через город. Ввиду того, что с угольной пылью и вознесенными веществами при сжигании углей в окружающую среду поступает большое количество химических элементов, эпифитные мхи активно их накапливают.

Территория г. Томска также подвергается существенному антропогенному воздействию, как любой крупный город с развитой промышленностью.

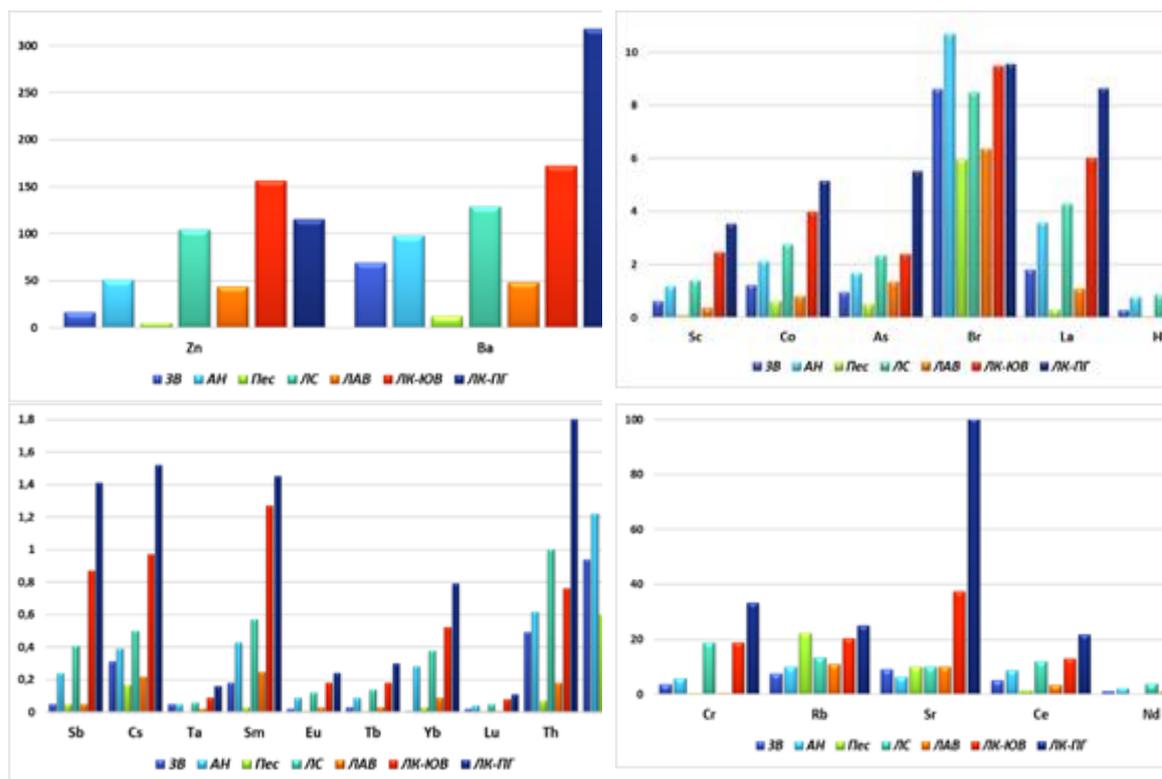


Рис. 1 Содержание химических элементов (z/m) в эпифитных мхах рекреационных зон Томского района и г. Ленинск-Кузнецкого

Примечание: ЗВ - пос. Заварзино; АН - пос. Аникино; Пес - оз. Песчаное (Тимирязево); ЛС - Лагерный сад г. Томска; ЛАВ - д. Лаврово; ЛК-ЮВ - 10 км к юго-востоку от г. Ленинск-Кузнецкий; ЛК-ПГ - парк им. Горького в черте г. Ленинск-Кузнецкий.

Наибольшие концентрации, превышающие содержание в пробах г. Томска и пригорода в несколько сотен раз, наблюдаются у Zn, Sr и Ba. Также значительные превышения в несколько десятков раз наблюдаются у Cr, Rb, Sb, Cs, Ce, Nd, Lu, Th, U. Концентрации остальных элементов (Sc, Co, As, Br, La, Hf, Ta, Au, Eu, Tb, Yb) в пробах г. Ленинск-Кузнецкий превышают содержание этих же элементов в пробах г. Томска и пригорода в 1,5-2 раза.

Также концентрации Cr, As и Au почти одинаковы как в пробах рекреационной зоны пригорода г. Ленинск-Кузнецкого, так и в пробах Лагерного сада г. Томска.

Примечательно, что концентрации Th в пробах Лагерного сада несколько выше, чем в пробах рекреационной зоны пригорода г. Ленинск-Кузнецкого, но, вместе с тем, содержание этого же тория в пробах парка в черте города Ленинск-Кузнецкого выше в несколько раз, чем в пробах Лагерного сада г. Томска.

Что касается остальных элементов, то концентрации ни у одного элемента (за исключением Th) в пробах Лагерного сада г. Томска не превышают концентрации в пробах г. Ленинск-Кузнецкого и его пригорода. Это может быть обусловлено тем, что вблизи г. Ленинск-Кузнецкого располагается около десятка действующих шахт по добыче каменного угля, а также вспомогательные предприятия по его переработке. Кроме того, немалый вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха вносит частный сектор, который на территории г. Ленинск-Кузнецкого, в сравнении с г. Томском, более развит.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что эпифитные мхи характеризуются накоплением широкого спектра химических элементов, отражающих уровень антропогенного загрязнения территории. Для территории г. Ленинск-Кузнецкий угледобывающая промышленность является основным источником поступления широкого спектра химических элементов в окружающую среду. Для города Томска с несколькими типами производств источник поступления загрязнителей выявить сложнее. Ввиду того, что Лагерный сад находится вблизи автомобильной дороги с большим потоком автотранспорта, его можно принять как основной источник загрязнения в данной рекреационной зоне.

#### Литература

1. Нифонтова М.Г. Использование лишайников и мхов для оперативного определения радиоактивного загрязнения природной среды // Дефектоскопия. - 2005. - № 1. С. 80 - 84.
2. Рыжакова Н.К., Бабешина Л.Г., Рогова Н.С. Изучение аккумуляционной способности сфагновых мхов по отношению к долгоживущим изотопам // Химия растительного сырья. - 2011. - №1. - С. 163-167.