

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ АГРОЛАНДШАФТОВ¹

Л.Ф. Попова, к.х.н., доцент, М.В. Никитина
Поморский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Архангельск, Россия

В настоящее время в связи с высоким уровнем развития промышленности, транспорта, широким использованием удобрений в сельском хозяйстве определение вклада загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) в деградацию почвенного покрова агроландшафтов стало одним из актуальных вопросов геохимии.

На базе лаборатории биогеохимических исследований института естественных наук и биомедицины САФУ было проанализировано содержание тяжёлых металлов и мышьяка в почвах и растениях, произрастающих в луговом агроландшафте г. Архангельска (табл.1).

Таблица 1

Содержание ТМ и мышьяка (мг/кг) в почвах лугового ландшафта

	Средневзвешенное содержание	ПДК[1]	Фон	Среднее содержание в литосфере (кларк)[1]
Ni	$\frac{35,0 - 61,1}{42,6}$	85,0	40,7	58,0
Co	<10	50,0	<10	18,0
Mn	$\frac{427,5 - 9149,0}{1309,1}$	1500,0	398,9	1000,0
Cu	$\frac{7,6 - 12,8}{9,6}$	53,0	17,3	47,0
As	$\frac{0,1 - 5,8}{2,1}$	2,0	<0,1	0,6
Hg	<0,1	2,1	<0,1	0,06
Pb	$\frac{2,0 - 8,4}{5,4}$	32,0	10,0	0,16
Zn	$\frac{14,5 - 94,9}{54,6}$	87,0	70,0	83,0

На 60% исследуемых пробных площадей (ПП) наблюдается превышение ПДК по мышьяку, и на 20 % ПП по марганцу. Для остальных металлов содержание в почве не превышает ПДК, однако по никелю на 60% ПП отмечается превышение фоновых концентраций в 1,1-1,5 раз.

Для выявления локальных техногенных аномалий исследуемых элементов, за исключением ртути и кобальта, содержание которых в почве

¹ Исследования поддержаны грантами РФФИ-Север 08-0498808; 11-04-98800-а

ниже порога обнаружения спектроскопическими методами, был рассчитан коэффициент концентрации (K_k), равный частному от деления концентрации элемента в почве агроландшафта к его концентрации в почве «фоновой» территории (рис. 1). В качестве почвы «фоновой» территории использовалась природная дерновая маломощная легкосуглинистая почва, сформировавшаяся на суходольном лугу в районе деревни Бабонегово, не испытывающая антропогенной нагрузки, и имеющая сходный с исследуемыми ландшафтами характер почвообразовательного процесса.

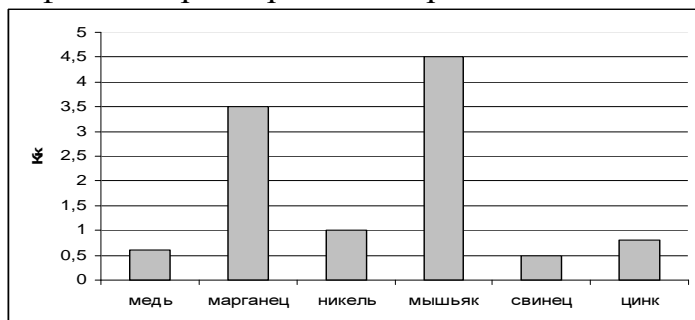


Рис. 1. Значение коэффициента концентрации (K_k) для почв лугового ландшафта

Коэффициент концентрации для марганца и мышьяка значительно больше единицы. Это свидетельствует о загрязнении данными элементами луговых почв, антропогенными источниками которых являются удобрения. K_k для цинка и меди значительно меньше единицы, что свидетельствует об их недостаточном содержании в почве. Это отрицательно сказывается на жизнедеятельности растений, так как данные металлы являются микроэлементами.

На основе коэффициентов концентрации был рассчитан суммарный показатель загрязнения $Z_c = \sum K_c - (n-1)$, оценивающий загрязнённость почв этими поллютантами. Для почв лугового ландшафта Z_c составляет 5,7, что свидетельствует о допустимой степени антропогенной нагрузки на них.

На исследуемых ПП было проанализировано распределение металлов по почвенному профилю (рис. 2).

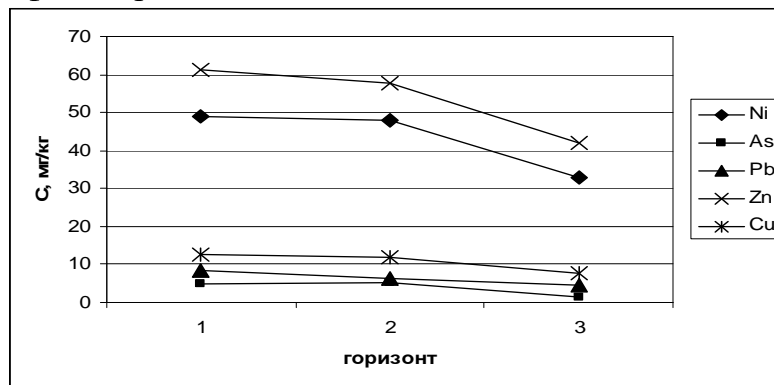


Рис.2. Содержание ТМ и мышьяка в почвенном профиле лугового ландшафтов

Как правило, наибольшая концентрация ТМ отмечается в верхнем почвенном горизонте. На такое распределение элементов в почвенном профиле влияют величина рН, содержание физической глины и ёмкость катионного обмена (ЕКО). Выявлена прямая корреляционная зависимость между содержанием данных металлов и вышеперечисленными параметрами (табл. 2).

Таблица 2

Значение коэффициентов корреляции (r)

Коэффициент корреляции	Ni	Mn	As	Pb	Zn	Cu
рН	+0,63	+0,04	+0,01	+0,89	+0,74	+0,68
Физическая глина, %	+0,89	+0,47	+0,52	+0,71	+0,96	+0,98
ЕКО	+0,72	+0,02	+0,04	+0,89	+0,83	+0,77

На исследуемых ПП с помощью K_k была оценена степень накопления ТМ (меди, цинка и свинца) в надземных органах и корнях растений (табл. 3).

Таблица 3

Содержание ТМ (мг/кг) в разнотравье урболандшафтов г. Архангельска

Органы растений	Cu	Zn	Pb
Надземные	$\frac{4,5 - 5,5}{5,0}$	$\frac{21,6 - 35,9}{26,7}$	$\frac{0,1 - 1,0}{0,4}$
Подземные	$\frac{5,9 - 8,7}{7,0}$	$\frac{57,3 - 85,1}{67,1}$	$\frac{0,9 - 4,6}{2,7}$
Среднее	6,0	45,1	1,4
Фон	3,2	30,8	0,2
K_k (в целом по растению)	1,8	1,4	6,1
ПДК [1]	50	150	5

Несмотря на то, что превышение ПДК по данным металлам в растениях не отмечается, фоновое значение в них превышено по всем элементам, особенно по свинцу.

Для оценки депонирующих свойств корня был рассчитан коэффициент задержки: $K_3 = C_k/C_c$, где C_k – содержание элемента в корне, C_c – содержание в надземных органах (рис.3).

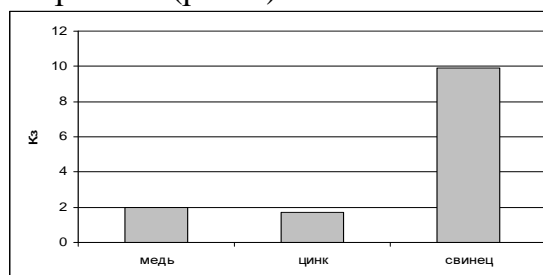


Рис.3. Значение коэффициента задержки (K_3) для разнотравья

Значение этого коэффициента для всех анализируемых элементов больше 1, что указывает на депонирующую роль корня относительно тяжёлых металлов. Особенно высок он для свинца, что объясняется наличием хорошо действующей в растениях системы инактивации элемента, проникающего в корневую систему. В условиях высокой антропогенной нагрузки у растений корни начинают выполнять защитную функцию и депонируют излишние количества этого элемента.

Интенсивность поглощения растениями данных металлов была проанализирована с помощью коэффициента биологического поглощения $КБН = C_p/C_n$, где C_p – содержание элемента в золе растения, мг/кг; C_n – валовое содержание элемента в почве, мг/кг (рис.4).

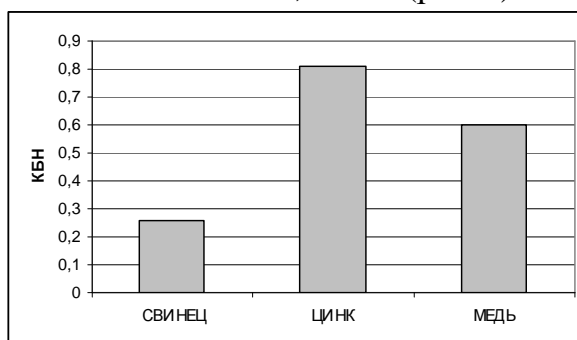


Рис.4. Значение коэффициентов биологического накопления

Все исследуемые металлы относятся к элементам слабого накопления или среднего захвата.

Экологическое состояние агроландшафтов г. Архангельска обусловлено спецификой антропогенного воздействия на них. Основными загрязнителями луговых почв являются мышьяк и марганец, вносимые вместе с удобрениями. Одновременно отмечается дефицит таких полезных микроэлементов как цинк и медь. Несмотря на сравнительно низкое содержание свинца в почве, в растениях его содержание значительно превышает фоновые концентрации, что может привести к избыточному поступлению данного поллютанта в последующие звенья пищевой цепи.

Литература:

1. Черных Н.А. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере: Монография. М.: Изд-во РУДН, 2003. – 560 с.