

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО
МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ
ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
РАСТИТЕЛЬНЫМИ ТКАНЯМИ

Побережняк Е.С, Рублева Л.И.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

Фитотоксичное действие тяжелых металлов (ТМ) проявляется, как правило, при высоком уровне техногенного загрязнения ими почв и во многом зависит от свойств и особенностей поведения конкретного металла. Однако подчеркнем, что в природе ионы металлов редко встречаются изолированно один от другого. Поэтому разнообразные комбинативные сочетания и концентрации разных металлов в среде приводят к изменениям свойств отдельных элементов в результате их синергического или антагонистического действия на живые организмы. Поэтому суммарный токсикологический эффект от загрязнения среды ТМ зависит не только от набора и уровня содержания конкретных элементов, но и особенностей их взаимного действия на биоту [1,2].

Ранее [3] при проведении статистического анализа полученных экспериментальных данных по оценке содержания отдельных тяжелых металлов в почвенном и растительном покрове центрального района индустриального центра и исследовании взаимосвязи содержания тяжелых металлов в почве – содержание ТМ в газонной растительности отмечено, что увеличение концентрации металла в растениях симбатно увеличению концентрации элемента в почве. Для Ni показана обратная зависимость определяемых параметров. Однако полиэлементное загрязнение почв, как сказано выше, оказывает значительное влияние на общие закономерности

геохимического поведения отдельных металлов. Это и предполагает необходимость исследования взаимодействия различных металлов в системе почва – растение и выявление биологических эффектов на растения. Поэтому, в данной работе предлагается количественная оценка взаимосвязи одновременного поступления двух металлов в растения.

На рисунке приведены примеры взаимосвязей (таблица) между коэффициентами биологического поглощения (K_6) отдельных металлов согласно расчетным величинам [3].

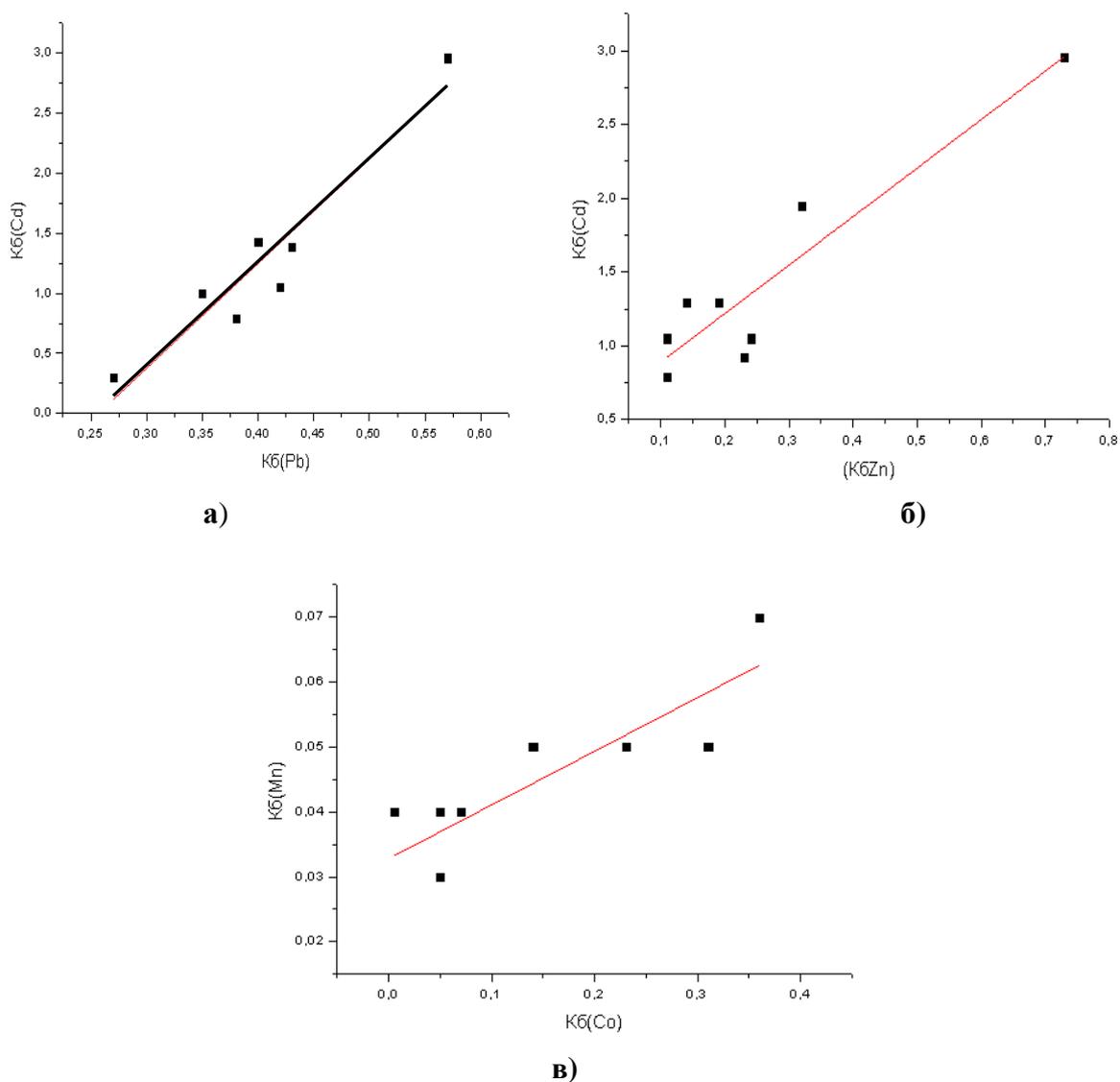


Рисунок – Взаимосвязь между K_6 в биметаллической системе: Cd – Pb (а), Cd – Zn (б), Mn – Co (в).

Таблица – Параметры регрессионной зависимости
 $K_6(Me_1) = a + b K_6(Me_2)$ между коэффициентами биологического
 поглощения в биметаллической системе

Me ₁	Me ₂	Параметр b	R	S	N
Pb	Zn	3,57 ± 0,70	0,906	0,22	7
Cu	Zn	1,82 ± 0,68	0,959	0,06	7
Co	Ni	2,13 ± 0,42	0,912	0,81	6
Co	Cu	3,05 ± 0,67	0,904	0,04	8
Cd	Cu	26,5 ± 3,26	0,934	0,72	7
Cd	Pb	8,97 ± 0,91	0,957	0,66	7
Co	Mn	5,71 ± 1,09	0,900	0,16	7
Mn	Co	0,102 ± 0,02	0,890	0,33	8
Ni	Cu	-3,53 ± 0,68	0,949	0,37	6
Ni	Zn	-1,73 ± 0,30	0,967	0,29	6
Co	Pb	-1,46 ± 0,13	0,939	0,35	7
Cd	Zn	-7,10 ± 1,14	0,899	0,24	8

Примечание. b – параметр чувствительности биологического поглощения Me₂ в зависимости от этого фактора для Me₁; R – коэффициент корреляции; S – дисперсия; N – количество экспериментальных точек.

Из результатов регрессионного анализа (табл.) следует, что нет однозначной зависимости между поглотительной способностью различных металлов в бинарных системах.

Система Mn – Co (рис. а) демонстрирует практическое отсутствие зависимости, т.е поглотительная способность Mn не зависит от K₆(Co). И напротив, относительное поглощение марганца является определяющим фактором по отношению к способности растений накапливать кобальт, т.е накопление Mn в тканях растений вызывает резкое увеличение биологического поступления соединений Co (возможно, здесь реализуется синергический эффект).

Для систем Pb – Zn, Cu – Zn, Co – Ni, Co – Cu, Cd – Cu обнаруживаются подобные закономерности. Однако коэффициент b колеблется в пределах $2 \div 3$, что характеризует, вероятно, симбатные зависимости.

Особый интерес вызывают пары Cd – Pb, Cd – Cu (табл., рис. б). Свинец в растениях сильно стимулирует поглощение кадмия биологическими тканями, медь также вызывает резкий рост концентрации Cd в растениях. При этом необходимо учесть, что ранее [4] показано, что основной поток соединений кадмия поступает в растения из атмосферы через листовые пластинки, что подтверждается и другими авторами [1, 5]. То вскрывается тот факт, что поступление Cd (тяжелый металл I класса опасности) стимулируется содержанием в тканях соединений Cu^{2+} из почвы. Над этим стоит задуматься, учитывая как часто применяют медный купорос для обработки зеленых частей растений.

Если ранее [3] отмечено, что присутствие ряда различных форм ТМ в растениях вызывает рост $K_6(\text{Cd})$, то взаимосвязь между поглотительной способностью Cd и Zn вызывает интерес наличием антибатной зависимости с высоким коэффициентом чувствительности (табл., рис. в).

Результаты предварительных экспериментальных исследований по валовому содержанию ТМ в урбаноземах и представителях газонной растительности индустриального центра показали неоднозначность и противоречивость данной проблемы и поставили ряд интересных вопросов для дальнейшего изучения. Поставленную проблему невозможно решить простыми определениями концентраций металлов в субстрате и растительных объектах. Необходимо изучить механизмы, которые ответственны и обеспечивают сопротивление и защиту растений от негативного влияния ТМ из окружающей среды.

В плане этого весьма перспективно использование методов регрессионного анализа и создание математических моделей, которые

весьма скудно и поверхностно рассматриваются в литературе по данному вопросу. Подобный опыт изложен в представленном исследовании.

Таким образом, предварительные результаты уже на данном этапе достаточно интересны, т.к на этой основе представляется возможным разработать механизм защиты растений от точечных токсикантов.

Литература:

1. Экогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Касимова Н.С. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 360с.
2. Химия тяжелых металлов, мышьяка и молибдена в почвах / Под ред. Н.Г. Зырина и Л.К. Садовниковой. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 208с.
3. Рублева Л.И., Зубцова Т.И., Побережняк Е.С. Влияние состава городских почв на накопление тяжелых металлов в биологических объектах на территории индустриального центра// Вопросы химии и хим.технологии.-2008.-№6.- С.171-176.
4. Башкин В.Н. Биогеохимия. – М.: Научный мир, 2004. – 584с.
5. Металлы в окружающей среде. Почвы геохимических ландшафтов Ростовской области: Учебное пособие / Алексеенко В.А., Сувориков А.В., Алексеенко В.А., Бофанова А.Б. – М.: Логос, 2002. – 312 с.