

БИОАККУМУЛЯЦИЯ СВИНЦА РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ ПРИДОРОЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

© 2011 Л.В. Куринская¹, С.И. Колесников¹, Н.В. Куринская²

¹ Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

² Новочеркасская государственная мелиоративная академия

Поступила в редакцию 28.04.2011

Основным источником поступления свинца в почвы является автотранспорт. Черноземы характеризуются высокой устойчивостью к загрязнению тяжелыми металлами по сравнению с большинством других почв. В придорожных ландшафтах зеленые насаждения депонируют подвижные формы свинца в наземной фитомассе, тем самым предотвращая педохимическое загрязнение.

Ключевые слова: свинец, придорожный ландшафт, почвы, снежный покров, древесные насаждения, устойчивость, коэффициент биологического поглощения

Антропогенные процессы, влияющие на экологию городов, сопровождаются полиэлементной металлизацией природных сред. Загрязнение атмосферного воздуха, почв и растений тяжелыми металлами в крупных промышленных городах и их окрестностях стало одной из наиболее актуальных экологических проблем современности. В настоящее время с увеличением техногенного производства эти вещества стали основными причинами увеличивающейся экологической опасности для здоровья людей, так как происходит масштабное загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами [5, 6]. Основной причиной поступления свинца в придорожные ландшафты является его присутствие в составе топлива в качестве антидетонационной присадки (тетраэтилсвинец). Главными механизмами вывода аэрозолей являются пылевые осаждения и дождевые вымывания [3]. Поступление тяжелых металлов в растения обусловлено множеством факторов, важнейшими из которых являются свойства почв и динамика почвенных процессов, педохимия металлов, состояние и трансформация их соединений, физиологические особенности растений. Сопоставляя содержание тяжелых металлов в почвах и фитомассе техногенных зон города, можно сделать вывод о том, что повышенному содержанию металлов в почвах соответствует их повышенное содержание и в растениях [7].

Роль растений в формировании биогенных циклов химических элементов определяется рядом факторов: концентрацией элементов в наземных и корневых органах, их биомассой и скоростью процессов ее минерализации [3]. Растения не только поглощают металлы техногенного происхождения, но также способны депонировать значительные количества металлов в фитомассе и тем самым временно выводить металлы из круговорота веществ в окружающей среде. Анализ литературных данных показал, что вопрос о биоаккумуляции свинца растительностью придорожных ландшафтов недостаточно изучен. Это обстоятельство и определяет необходимость проведения эколого-биогеохимических исследований. Выделение видов растений, устойчивых к комплексу негативных факторов окружающей среды в условиях интеграции урбандиафрагм, является приоритетной задачей современного озеленения городов

Цель исследования: изучить абсорбционные возможности и устойчивость к загрязнению свинцом растительности и почв придорожных ландшафтов.

Объекты и методы исследования. Исследования проводили в 2009-2010 г.г. на территории г. Новочеркасска Ростовской области. Пробные площади (ПП) закладывали с учетом степени антропогенной нагрузки от автотранспорта (интенсивностью движения):

- ПП №1 – рекреационная зона роща «Весна», без влияния автотранспорта;
- ПП №2 – прикуветная зона вдоль автомагистрали «Шахтинское шоссе», интенсивность движения 500-1000 автомашин в час;

Куринская Любовь Викторовна, аспирантка. E-mail: lyubov.kurinskay@mail.ru

Колесников Сергей Ильич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и природопользования

Куринская Надежда Викторовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры лесоводства и лесных мелиораций

- ПП №3 – прикуветная зона вдоль автомагистрали «Баклановский проспект», интенсивность движения 1000-1500 автомашин в час;
- ПП №4 – прикуветная зона вдоль федеральной автомагистрали «М4 Дон», интенсивность движения более 1500 автомашин в час.

На пробных площадях отбирали пробы почв, снега и растений. В образцах почвы определяли рН водной вытяжки (ГОСТ 26423-85) и содержание гумуса (по Тюрину) ГОСТ 26213-91. Содержание свинца определяли в почве в двух формах: кислоторастворимой и подвижной (РД 52. 18. 191 – 89. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов в пробах атомно-абсорбционным анализом). При отборе снеговых проб фиксировали время от начала снегопада, чтобы оценить нагрузку изучаемых загрязнителей. Снеговую воду, полученную при оттаивании, после фильтрования подвергали химическому анализу с определением растворимых форм свинца.

На пробных площадях проводили дендрологическую, морфологическую и экологическую оценку древесных насаждений и газонной растительности. Растительные образцы для анализов отбирали в течение вегетационного периода (июнь, июль, август). Отбор листьев проводили методом средней пробы в центре с двух сторон (со стороны автомагистрали и со стороны насаждения) с 10-15 деревьев одного вида на каждой ПП. С каждого дерева отбирали не менее 500 граммов смешанной пробы листьев. Газон аккуратно снимали вместе с дерниной, отделяя надземную фитомассу от корневой. Содержание свинца определяли отдельно в надземной и корневой фитомассе и в почве.

Результаты и обсуждение. Почва, на ПП типичная для Ростовской области – чернозем обыкновенный среднесуглинистый. Содержание гумуса и величина рН почв на ПП представлено в табл. 1. Благодаря таким свойствам как высокое содержание гумуса, высокая емкость почвенного поглощающего комплекса, окислительные условия, нейтральная или слабощелочная реакция среды, способствующим переводу загрязняющих веществ в неподвижные и нетоксичные для живых организмов формы, черноземы характеризуются высокой устойчивостью к загрязнению тяжелыми металлами по сравнению с большинством других почв [4].

Основным источником поступления свинца в почвы является автотранспорт, поэтому степень накопления свинца в верхних горизонтах почвы определяется величиной транспортной нагрузки и свойствами почвы

(рН, содержание гумуса), сочетания, которых создают большое разнообразие значений содержания свинца в почве. ПДК (валовое содержание) свинца – 32 мг/кг (Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почв химическими веществами, 1987). Частота превышения ПДК свинца в почве на пробных площадях приведена в табл. 2. Максимальные концентрации свинца (превышающие ПДК в 1,5 – 2,5 раза) наблюдаются в верхнем горизонте почв на территории ПП №4 и ПП №3.

Таблица 1. рН и содержание гумуса в почвенных образцах

Параметр	Пробная площадь			
	ПП№1	ПП№2	ПП№3	ПП№4
рН	7,2	7,3	7,7	6,9
гумус, %	4,9	3,6	4,0	3,2

Таблица 2. Количество проб почв, с превышением содержания Pb по отношению к ПДК

Пробная площадь	ПДК					Всего
	1-2	2-3	3-4	4-5	>5	
1	3	-	-	-	-	48
2	23	-	-	-	-	48
3	40	3	-	-	-	48
4	34	10	-	-	-	48

Для оценки поступления свинца в природные ландшафты из приземных слоев атмосферы без учета фитомелиоративной роли зеленых насаждений была изучена депонирующая роль снежного покрова. Изучение снежной талой воды дает возможность оценить роль в загрязнении атмосферного воздуха соединений свинца за весь зимний период. Отбор проб производили на различных расстояниях от автомагистрали, так как на расстоянии от 0 до 100 м полотна дороги прикуветная зона засеяна газоном, а от 100 м до 350 м располагаются придорожные полосы, то и механизм накопления будет разным. В рекреационной зоне (ПП №1) содержание свинца в жидкой фазе снега составило 0,05 мг/л. Результаты исследования представлены в табл. 3. Наибольшие концентрации свинца отмечены на пробных площадях, где интенсивность движения более 1000 автомашин в час на расстоянии 100 м от полотна дороги. Таким образом, при выносе свинца от автотранспорта основная нагрузка по депонированию поллютанта ложится на надземную фитомассу газонных трав. Частицы с диаметром менее 5 мкм разносятся на большее расстояние и могут осаждаться на листьях, ветвях и стволе древесно-кустарниковой растительности.

Таблица 3. Содержание свинца в жидкой фазе снега, мг/л

Расстояние от автомагистрали, м	ПП №2	ПП №3	ПП №4
50	0,21	0,37	0,44
100	0,25	0,47	0,47
150	0,37	0,34	0,17
200	0,27	0,44	0,14
250	0,35	0,21	0,34
350	0,35	0,33	0,23

Наличие разнообразных путей поступления тяжелых металлов в растения предполагает существование двух ведущих факторов формирования элементного химического состава растений: генетического и экологического. Долевое участие каждого меняется в зависимости от изменений условий среды. При соответствии геохимической обстановки фитоценозов трофическим требованиям растений их элементный состав в основном отражает работу генетического контроля. В таких условиях выдерживается избирательное и характерное для данного вида поглощение ионов металлов растительными тканями [2]. Экологический фактор препятствует этому в тех случаях, когда среда обитания обогащена подвижными формами тяжелых металлов [1]. Нами было изучено содержание подвижных форм свинца в надземной фитомассе газонных трав, а также на поверхности и в золе листьев древесных растений, произрастающих на пробных площадях. Для характеристики биогенной миграции свинца был рассчитан коэффициент биологического поглощения (КБП), который отражает степень концентрации элемента в растениях по сравнению с сопредельными средами.

На пробных площадях с интенсивностью более 1000 автомашин в час по снижению КБП газонные травы образуют следующий ряд: *Festuca ovina* = *Poa pratensis* (0,3) > *Lolium perenne* (0,2) > *Festuca rubra* (0,15). При снижении интенсивности движения на автодороге данный ряд приобретает следующий вид: *Lolium perenne* = *Poa pratensis* (0,6-0,7) > *Festuca rubra* (0,4) > *Festuca ovina* (0,3). Таким образом, у газонных трав наблюдается избирательный механизм поглощения свинца и пороги чувствительности для каждого вида индивидуальны. Более устойчивыми к загрязнению свинцом являются травосмеси, где процентное содержание *Lolium perenne* – 40-70%.

На пробных площадях с наименьшим видовым разнообразием высеванных газонных трав наблюдали угнетение травянистой

растительности, которое выражалось в ухудшение развития вегетативных органов или же в полном выпадении отдельных участков, которые очень быстро заселялись адвентивными видами с сопредельных территорий. По снижению КБП древесные виды образуют следующий ряд: *Fraxinus excelsior* = *Populus*sowietica pyramidalis* = *Populus alba* (0,4) > *Aesculus hippocastanum* = *Quercus robur* (0,3) > *Acer platanoides* = *Tilia platyphyllos* = *Ulmus laevis* = *Robinia pseudoacacia* (0,2) > *Acer negundo* = *Fraxinus lanceolata* (0,1).

Сравнительный анализ данных показал, что в почвенных пробах, отобранных в весенний период содержание свинца выше, чем в осенний. И это свидетельствует о фитомелиоративной роли зеленых насаждений, которые депонируют подвижные формы свинца в надземной фитомассе, тем самым предотвращая педохимическое загрязнение.

Выводы:

1. Максимальные концентрации свинца (превышающие ПДК в 1,5-2,5 раза) зафиксированы в верхнем горизонте почв и в жидкой фазе снега на расстоянии 100 м от полотна автомагистралей с интенсивностью движения более 1000 автомашин/час;

2. ПП с интенсивностью более 1000 автомашин в час по снижению КБП газонные травы образуют следующий ряд: *Festuca ovina* = *Poa pratensis* (0,3) > *Lolium perenne* (0,2) > *Festuca rubra* (0,15);

3. При интенсивности движения менее 1000 автомашин в час данный ряд приобретает следующий вид: *Lolium perenne* = *Poa pratensis* (0,6-0,7) > *Festuca rubra* (0,4) > *Festuca ovina* (0,3);

4. Более устойчивыми к загрязнению свинцом являются травосмеси, где процентное содержание *Lolium perenne* – 40-70%;

5. По снижению КБП древесные виды образуют следующий ряд: *Fraxinus excelsior* = *Populus*sowietica pyramidalis* = *Populus alba* (0,4) > *Aesculus hippocastanum* = *Quercus robur* (0,3) > *Acer platanoides* = *Tilia platyphyllos* = *Ulmus laevis* = *Robinia pseudoacacia* (0,2) > *Acer negundo* = *Fraxinus lanceolata* (0,1);

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 151 с.
2. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы – защитные возможности почв и растений – урожай / В.Б. Ильин, М.Д. Степанова // Химические элементы в системе почва – растения. – Новосибирск, 1980. С. 35-42.

3. *Кабата-Пендиас, А.* Микроэлементы в почвах и растениях / *А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас.* – М., 1989. 439 с.
4. *Колесников, С.И.* Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения / *С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков.* – Ростов н/Д.: Ростиздат, 2006. 385 с.
5. *Мосина, Л.В.* Особенности распределения свинца в почвах рекреационных лесных экосистем / *Л.В. Мосина, Н.М. Грачева* // Доклады ТСХА. 2001. №273. ч.2. С. 401-403.
6. *Попова, Л.Ф.* Почва как индикатор загрязнения окружающей среды токсичными поллютантами // Экологические исследования и проблемы экологического образования в европейских регионах России: По материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Арзамас, 2000. С. 14-15.
7. *Прохорова, Н.В.* Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье / *Н.В. Прохорова, Н.М. Матвеев, В.А. Павловский.* – Самара, 1998. 131с.

BIOACCUMULATION OF LEAD BY VEGETATION OF ROADSIDE LANDSCAPES OF THE STEPPE ZONE

© 2011 L.V. Kurinskaya¹, S.I. Kolesnikov¹, N.V. Kurinskaya²

¹ South Federal University, Rostov-on-Don

² Novocherkassk State Meliorative Academy

The basic source of receipt the lead in soils is motor transport. Chernozems are characterized by high stability to pollution by heavy metals in comparison with the majority of other soils. In roadside landscapes green plantings deposit mobile forms of lead in elevated phytomass, thereby preventing pedo-chemical pollution.

Key words: *lead, roadside landscape, soils, snow cover, wood plantings, stability, factor of biological absorption*

*Lyubov Kurinskaya, Post-graduate Student. E-mail:
lyubov.kurinskay@mail.ru*

*Sergey Kolesnikov, Doctor of Agriculture, Professor at
the Department of Ecology and Nature Management*

*Nadezhda Kurinskaya, Candidate of Biology, Associate
Professor at the Department of Forestry and Forest Melioration*