

СОДЕРЖАНИЕ ВАЛОВЫХ И ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ г. ОРСКА

Данная работа посвящена исследованию проблемы загрязнения почв различными формами тяжелых металлов в условиях их урбанизации на примере города Орска. При этом в зонах исследованных санитарно-защитных территорий города зафиксировано превышение ПДК некоторых тяжелых металлов. Отмечено, что никель оказывается основным загрязняющим элементом в зоне влияния деятельности Южно-Уральского никелевого комбината. Одновременно, при оценке исследованных территорий с точки зрения существующего риска для здоровья населения, полученные данные о химическом составе изученных почв позволяют отнести их к категории с допустимым уровнем загрязнения.

Ключевые слова: почва, урбанизированные почвы, токсичность, тяжелые металлы.

Введение

Урбанизированные территории представляют особый тип экологических систем, природные компоненты которых, подвергаясь многообразным и интенсивным антропогенным нагрузкам, испытывают существенные и часто необратимые изменения. Город, во многом утративший экологическую устойчивость и способность к самовосстановлению своих компонентов, сравним с живым организмом с ослабленной иммунной системой. Городские почвы, несмотря на коренную перестройку своих важнейших свойств, по мнению ряда ведущих исследователей, признаются базовой составляющей урбогеосистемы, осуществляющей ряд важнейших экологических и хозяйственных функций и определяющей, в значительной степени, условия жизни человека в городской среде [1, 2].

Орский промышленный узел является одним из крупнейших индустриальных центров Южного Урала, в пределах которого, на сравнительно небольшой площади, сконцентрировано большое количество экологически опасных объектов широкого спектра отраслей: черная и цветная металлургия, нефтепереработка и нефтехимия, машиностроение. Под воздействием такой мощной техногенной нагрузки почвы приобретают новый комплекс свойств и режимов, от которых зависит их способность к эффективному выполнению разнообразных экологических функций в условиях городской экосистемы [1].

Одним из наиболее характерных и экологически значимых процессов антропогенного преобразования почв городских территорий является изменение их микроэлементного состава, в частности загрязнение их тяжелыми металлами

(ТМ). Повышенное содержание ТМ в городских почвах – естественный результат комплексного воздействия разнообразных техногенных факторов. Поступающие в почву ТМ оказывают отрицательное воздействие на многие внутрипочвенные биохимические процессы, а также способны передаваться по геохимическим и пищевым цепям в сопредельные среды (воздух, поверхностные и подземные воды, растения) и в силу этого представлять опасность для здоровья человека. В настоящее время для широкого круга ТМ, помимо прямого токсического воздействия на живые организмы, установлены отдаленные последствия, выраженные в виде канцерогенного, мутагенного, тератогенного и других эффектов.

Проблема оценки степени загрязнения почв (в том числе и городских) ТМ, несмотря на большое внимание к ее изучению и огромный объем накопленного теоретического, методического и фактологического материала, остается одной из самых сложных и пока еще далека от решения. Об этом свидетельствует, в частности, множество методических подходов и экологических нормативов, официально утвержденных различными ведомствами, и отдельных авторских разработок, которые применяются в нашей стране и за рубежом при изучении загрязнения почв ТМ [3 – 9].

Целью работы являлось изучение динамики содержания валовых и подвижных форм ТМ в почвах города Орска и оценка уровня их загрязнения.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования послужила территория жилой застройки в зоне влияния промышленных предприятий. Все участки исследу-

дования находились в пределах санитарно-защитной зоны.

На территории жилой застройки в зоне влияния промышленных предприятий г. Орска для исследования почвы на соли тяжелых металлов было заложено 2 реперных участка:

а) Реперный участок №1 заложен на территории санитарно-защитной зоны (СЗЗ) комбината «Южуралникель» (пр. Никельщиков, 5а).

б) Реперный участок №2 – на территории СЗС ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (ул. Гончарова, 1).

Исследования содержания подвижных и валовых форм тяжелых металлов проводились в 2008 и 2009 годах.

Образцы отобраны с учетом требований ГОСТа 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». Анализировались образцы, отобранные с глубины 0–10 и 30–40 см. Лабораторные исследования проведены на подвижные формы тяжелых металлов и микроэлементов атомно-абсорбционным методом (8 показателей). Кроме того, проводилась оценка уровня химического загрязнения почв (по МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» утвержденным Главным государственным санитарным врачом РФ 7 февраля 1999 г.) как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов с действующими источниками загрязнения. Таким показателем является суммарный показатель загрязнения (Z_c).

Определение содержания ТМ проводилось по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО ГОСТ Р 50683-94, а также по ГОСТ 26483-85, ГОСТ Р 50685-94, ГОСТ Р 50684-94, ГОСТ Р 50686-94.

Результаты исследований

Общую загрязненность почвы характеризует валовое содержание тяжелых металлов, а доступность элементов для растений определяется их подвижными формами. Загрязнение подвижными формами ТМ является наиболее опасным явлением, так как именно в такой форме они могут ассимилироваться растениями и поступать в пищевые цепи.

Результаты исследования почвы двух реперных участков представлены на рисунках 1 и 2.

В связи с тем, что значения ПДК в мг/кг для разных элементов представлены в широком диапазоне, принято условное обозначение в виде единиц ПДК, которое показывает, во сколько раз содержание того или иного элемента превышает допустимую концентрацию. Значения выше 1 указывают на превышение ПДК, все что ниже, т. е. не превышает ПДК – находится в пределах нормы.

В почвах реперного участка №1 (санитарно-защитная зона комбината «Южуралникель») в 2008 г. превышение ПДК отмечено по цинку в слое 0–10 см, в слоях 0–10 и 30–40 см по меди и никелю, причем их содержание вниз по профилю снижается. Отмечено превышение фона по кадмию. В 2009 г. отмечено снижение содержания кадмия и цинка до нормы. А превышение отмечено по свинцу, меди и никелю, но в сравнении с 2008 г. количество этих элементов заметно снижается. По остальным исследуемым элементам превышений допустимых концентраций и фона не обнаружено. На данном реперном участке основным загрязняющим компонентом является никель, который в 26,88 раз превысил норму (2008 г.). Именно деятельность Южно-Уральского никелевого комбината обуславливает повышенные концентрации этого элемента.

На втором реперном участке (территория санитарно-защитной зоны ОАО «Орскнефтеоргсинтез») отмечено загрязнение почв медью, никелем, свинцом и цинком. Максимальное за период наблюдений превышение в почвах ТМ (в 4,16 раза выше ПДК) было зафиксировано по свинцу в 2008 г. в слое 30–40 см; в 2009 году оно снизилось до 2,66 ПДК. За тот же период времени отмечено снижение количества свинца в слое 0–10 см от 3,26 ПДК (2008г.) до нормы в следующем году. В 2009 г. содержание никеля в слое 30–40 см составило 2,89 ПДК, а в слое 0–10 см оно не превысило предельного уровня. Выявлены небольшие превышения нормы по меди и цинку. По остальным определяемым элементам загрязнения превышений ПДК не выявлено.

Следует особо отметить, что на аккумуляцию ТМ в почвах влияют свойства самих почв. Сравнивая динамику показателей содержания ТМ в почвах двух участков нетрудно отметить, что на первом участке колебания показателей признака имеют значительную амплитуду в сравнении с динамикой содержания ТМ в почвах второго объекта работ. Анализ свойств

почв этих площадок показал, что в пределах санитарно-защитная зона комбината «Южуралникель» они характеризуются легким механическим составом и незначительным содержанием почвенной органики – гумуса (2,1%), тогда как территория санитарно-защитной зоны ОАО «Орскнефтеоргсинтез» представлена городскими почвами (урбаноземами) тяжелосуглинистого гранулометрического состава с относительно высоким содержанием гумуса (4,0%). Вероятно, что в связи с повышенной гумусированностью верхнего слоя почв второго участка наблюдения, значительная часть поступающих в их верхние горизонты ТМ образует с почвенной органикой малоподвижные металлорганические соединения, которые, при нисходящем токе дождевых и талых вод, не мигрируют вниз по почвенному профилю, тогда как невысокое содержание гумуса в почвах первого участка работ позволяет полагать, что основная доля поступивших в верхние горизонты ТМ

продолжают пребывать в свободном состоянии и под влиянием тока почвенной влаги перемещаются в нижележащие горизонты вплоть до генетического горизонта С и почвообразующих пород, чему дополнительно способствует легкий механический состав почв, обеспечивая высокую скорость фильтрации почвенной влаги.

Валовые формы ТМ представляются как потенциальный резерв подвижных элементов, которые активно участвуют в биологическом круговороте. Оно характеризует общую загрязненность почвы, но не отражает степени доступности элементов для растений. Результаты анализов на валовое (кислоторастворимое) содержание ТМ показали, что почвы реперного участка загрязнены хромом, свинцом, марганцем, кобальтом, никелем, медью и кадмием, причем содержание первых четырех в 2009 г уменьшается, а содержание никеля (максимальное превышение нормы в 13,2 раз) и кадмия в слое 0 – 10 см возрастает.

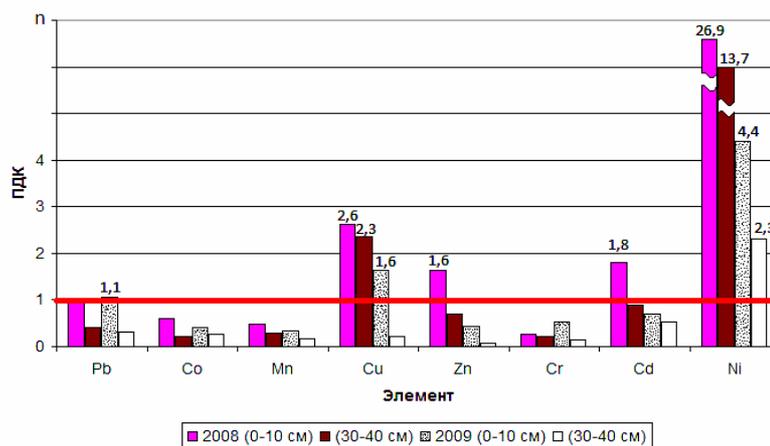


Рисунок 1. Подвижные формы ТМ в почвах реперного участка №1

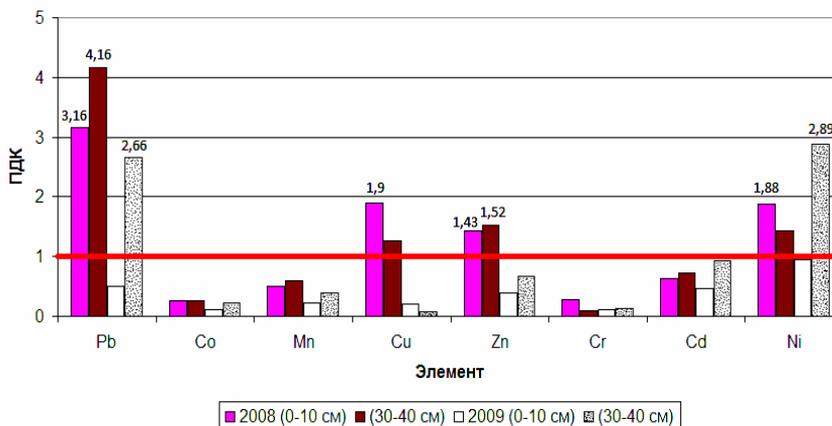


Рисунок 2. Подвижные формы ТМ в почвах реперного участка №2

Таблица 1. Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

Категория загрязнения почв	Величина Z_c	Изменение показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16 – 32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32 – 128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсико-зов беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости)

Почвы второго реперного участка загрязнены хромом, марганцем, кобальтом, никелем. В 2009 наблюдается значительное снижение содержания перечисленных элементов, а количество хрома и марганца не превышает фона. В 2008 году максимальная концентрация в валовой форме хрома составила 300 мг/кг при фоновом значении 246,6 мг/кг; марганца – 1900 мг/кг при фоновом значении 702,2 мг/кг; кобальта – 29 мг/кг при фоновом значении 16,9 мг/кг; никеля – 600 мг/кг при ОДК = 80 мг/кг. По остальным элементам загрязнения превышения нормы не выявлено.

На заключительном этапе исследований проведена оценка уровня химического загрязнения почв. Суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов – загрязнителей и выражен формулой (1):

$$Z_c = \sum (K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n - 1), \quad (1)$$

где Z_c – суммарный показатель загрязнения
 n – число определяемых суммируемых веществ;

K_{ci} – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения ($K_{ci} = C_i / \text{ПДК}$).

Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом металлов по показателю Z_c , проводится по оценочной шкале (таблица 1).

По суммарному показателю загрязнения (Z_c), который позволяет выделить уровни риска для здоровья населения, в 2008 году первый реперный участок относится к «умеренно опасной» категории загрязнения почв ($Z_c = 28,26$), что приводит к увеличению общей заболеваемости. В дальнейшем (2009 г.) загрязнение почв по суммарному показателю составило 2,57 что гораздо ниже предыдущего показателя и свидетельствует о снижении степени загрязнения почв участка с «умеренно опасного» до «допустимого» уровня.

По суммарному показателю загрязнения (Z_c) почвы реперного участка №2 за период исследования соответствовали допустимой категории загрязнения; Z_c здесь не превышал 16.

Таким образом, в г. Орске по всем реперным участкам наблюдались превышения концентраций тяжелых металлов, элементарный состав при этом варьировал в пространстве и времени и зависел от расстояния до предприятия – источника загрязнения, от количественных показателей аккумулярованных верхними горизонтами почв ТМ, от физических и химических свойств почв. Все перечисленное свидетельствует о большой зависимости содержания ТМ от различных факторов, обуславливающих попадание, перемещение, превращение и выведение их из почвы.

27.01.2012

Список литературы:

1. Каверина, С. А. Геоэкологическая оценка трансформации почвенного покрова Орско-Новотроицкого промузла / С. А. Каверина, А. И. Климентьев, И. В. Ложкин // Вестник ОГУ. – 2007. – №3. – С. 134-142.
2. Строганова, М. Н. Роль почв в городских экосистемах / М. Н. Строганова, А. Д. Мягкова, Т. В. Прокофьева // Почвоведение. – 1997. – №1. – С. 96-101.
3. Каверина, С. В. Геоэкологическая оценка трансформации почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере Орско-Новотроицкого промузла): автореф. дис. ... канд. геогр. наук: защищена 14.11.2007; утв. 26.03.2007 / С. В. Каверина. – Барнаул: Изд-во ААЭП, 2007. – 19 с.

4. Русанов, А. М. Результаты изучения загрязнения почв Оренбургской области тяжелыми металлами и радиоактивными элементами // А. М. Русанов, Е. В. Блохин, Н. Н. Зенина, Е. А. Милякова // Вестник ОГУ. – 2002. – №1. – С. 98-101.
5. Русанов, А. М. Характеристика эколого-геохимического состояния почв территории Оренбургской области // А. М. Русанов, Е. В. Блохин, Н. Н. Зенина // Гигиена и санитария. – 2002. – №5. – С. 15-17.
6. Васильева, Т. Н. Загрязнение металлами почв города Оренбурга: общие параметры в зависимости с фитоаккумуляцией металлов представителями синантропной флоры // Т. Н. Васильева, Ю. А. Брудастов // Вестник ОГУ. – 2007. – №12. – С. 83-86.
7. Ручин, А. Б. Урбоэкология для биологов / А. Б. Ручин, В. В. Мещеряков, С. Н. Спиридонов. – М.: КолосС, 2009. – 195 с.
8. Климентьев, А. И. Геоэкологическая оценка почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере г. Оренбурга) / А. И. Климентьев, И. В. Ложкин, А. П. Трубин. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 182 с.
9. Давыдова, С. Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века / С. Л. Давыдова, В. И. Тарасов. – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.

Сведения об авторе:

Русанов Александр Михайлович, заведующий кафедрой общей биологии,
декан химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета,
доктор биологических наук, профессор

Прихожай Николай Иванович, доцент кафедры общей биологии химико-биологического факультета
Оренбургского государственного университета, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Тесля Анастасия Валерьевна, преподаватель кафедры общей биологии химико-биологического
факультета Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 16 206, тел. (3532)37-24-80

Турлибекова Дамеля Мухамбетгалиевна, аспирант кафедры общей биологии естественнонаучного
факультета ОГТИ (филиал) Оренбургского государственного университета
462403, г. Орск, пр. Мира 15а

UDC. 631.45: 631.42

Rusanov A.M., Teslya A.V., Prichogai N.I., Turlibekova D.M.

THE CONTENT OF TOTAL AND MOBILE FORMS OF HEAVY METALS IN SOILS OF ORSK CITY

The aim of this article was to study of problems of soil contamination by various forms of heavy metals. At the same time in the studied areas the excess of minimal allowably concentration of some heavy metals was detected. Note, that nickel is the major polluting element in the influence zone of the Southern Urals Nickel Plant. At the same time, the assessment of the investigated areas in terms of risk to public health, the data on the chemical composition of the investigated soils can be attributed to the category of permissible contamination levels.

Key words: soils, urbanized soil, toxicity, heavy metals.

Bibliography:

1. Kaverin, With. And. A geoecological estimation of transformation of a soil cover Orsko-Novotroitsk promuzla / S. A. Kaverin, A. I. Klimentyev, I. V. Lozhkin // Bulletin OSU. – 2007. – №3. – With. 134-142.
2. Stroganovs, M. N. Rol of soils in city ecosystems / M. N. Stroganov, A. D. Myagkov, T. V. Prokofiev // Soil science. – 1997. – №1. – with. 96-101.
3. Kaverins, With. Century the Geoecological estimation of transformation of a soil cover of the urbanized territories (on an example Orsko-Novotroitsk promuzla: awtoref. dis. ... kand. geogr. Sciences: it is protected 11/14/2007: utv. 3/26/2007 / S. V.Kaverin. – Barnaul: Publishing house AAEP, 2007. – 19 with.
4. Rusanov, A. M. Rezultaty of studying of pollution of soils of the Orenburg region by heavy metals and radioactive elements // A. M. Rusanov, E. V. Blohin, N. N. Zenin, E. A. Miljakova // bulletin OGU. – 2002. – №1. – With. 98-101.
5. Rusanov, A. M. Harakteristika of an ekologo-geochemical condition of soils of territory of the Orenburg region // A. M. Rusanov, E. V. Blohin, N. N. Zenin // Hygiene and sanitary. – 2002. – №5. – with. 15-17.
6. Vasileva, T. N. Zagrzaznenie metals of soils of a city of Orenburg: the general parameters in dependence with phytoaccumulation of metals by representatives синантропной flорae // T. N. Vasileva, Ju. A. Brudastov // Bulletin OSU. – 2007. – №12. – With. 83-86.
7. Ruchin, A. B. Urboekologija for biologists / A. B. Ruchin, V. V. Meshcherjakov, S. N. Spiridonov. – M.: the Colossus, 2009. – 195 with.
8. Klimentyev, And. And. A geoecological estimation of a soil cover of the urbanized territories (on an example of Orenburg) / A. I. Klimentyev, I. V. Lozhkin, A. P. Trubin. – Ekaterinburg: УрО the Russian Academy of Sciences, 2006. – 182 with.
9. Davidovs, With. L. Heavy metals as супертоксиканты the XXI-st centuries / S. L. Davidov, V. I. Tarasov. – M.: Publishing house RUDN, 2002. – 140 with.