

УДК 634.948:581.5

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ГОРОДЕ УЛЬЯНОВСКЕ С ПОЗИЦИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЕГО ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

© 2012 О.А. Соловьёва<sup>1</sup>, Н.В. Прохорова<sup>2</sup><sup>1</sup> Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова<sup>2</sup> Самарский государственный университет

Поступила в редакцию 01.10.2012

В статье представлены результаты экспериментального изучения загрязнения почвенного покрова г. Ульяновска валовыми и подвижными формами тяжелых металлов.

Ключевые слова: почва, тяжелые металлы, промышленные и рекреационные зоны

Урбанизация огромных территорий во всем мире приводит к существенной техногенной трансформации природных сред, что негативным образом сказывается на экологической ситуации в крупных промышленных городах, существенной частью которой является химическое загрязнение. Тяжелые металлы занимают особое положение среди других техногенных загрязняющих веществ, поскольку, почти не подвергаясь физико-химической или биологической деградации, они накапливаются в поверхностном слое почв, изменяют их природные свойства, активно включаются в миграционные процессы, в течение длительного времени остаются доступными для корневого поглощения растениями. Через водные и воздушные потоки загрязнения, через пищевые цепи они отрицательно воздействуют на здоровье людей и животных [2, 4].

Город Ульяновск представляет собой один из крупнейших промышленных центров Приволжского Федерального округа. Высокая плотность селитебной зоны, развитое промышленное производство, транспортная составляющая, сложность природных ландшафтов, в пределах которых расположен город, определяют остроту экологических проблем на его территории. В их сложном комплексе выделяется и остается недостаточно изученным техногенное загрязнение природных сред, существенную долю в котором занимают тяжелые металлы [1, 5, 6]. До последнего времени комплексного изучения эколого-геохимических особенностей почвенного покрова на территории г. Ульяновска не проводилось, что и послужило основанием для наших исследований.

**Условия, объекты и методы исследования.** Экспериментальные эколого-геохимические

*Соловьёва Оксана Анатольевна, аспирантка. E-mail: o.a.efremova@yandex.ru*

*Прохорова Наталья Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии, ботаники и охраны природы. Email: ecology@samsu.ru*

исследования на территории г. Ульяновска были начаты в 2010 г. и продолжались в апреле и июле 2011 г. Объектами изучения служили почвы рекреационных (парковых) и промышленных зон в 4-х районах г. Ульяновска. В качестве модельных площадок были выбраны следующие экологически сопряженные пары промышленных и рекреационных территорий города: в Заволжском районе – ЗАО «Авиастар-СП» и парк Прибрежный, в Железнодорожном районе – ЗАО «Ульяновский моторный завод» и парк Винновская роща, в Ленинском районе – ОАО «Контактор» и парк им. А. Матросова, в Засвияжском районе – ОАО «Ульяновский автомобильный завод» и парк семьи Ульяновых. Для получения региональных фоновых концентраций тяжелых металлов анализировали почву из относительно чистой зоны, расположенной в 30 км к югу от г. Ульяновска. Типологические характеристики фоновых почв в целом соответствовали исходным городским почвам.

Оценивали уровни содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов, накапливающихся в верхнем слое изучаемых почв, а также сезонную динамику их накопления. Почвенные образцы были отобраны по общепринятым в почвоведении и биогеохимии методикам из слоя 0-15 см [3]. Количественное содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Ni, Cu) в почвах определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Валовую форму анализировали из кислотной вытяжки, подвижные формы – из вытяжки с 1М HNO<sub>3</sub> и ацетатным буфером (pH=4,8). Оценку эколого-геохимической ситуации в районе исследования осуществляли с использованием суммарного показателя загрязнения (Z<sub>c</sub>) по оценочной шкале [3].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В табл. 1 представлены данные о содержании валовых и подвижных форм Pb, Cd, Zn, Ni, Cu в верхнем слое почв изучаемых промышленных и рекреационных зон г. Ульяновска в апреле и июле 2011 г.

**Таблица 1.** Среднее содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах рекреационных и промышленных зон г. Ульяновска

Вариант	месяц	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu
валовая форма, мл/кг, 2011 г.						
промзоны	апрель	21,8	0,7	31,0	11,7	19,2
	июль	21,6	0,6	32,5	10,8	20,2
парки	апрель	15,6	0,4	32,6	11,6	14,6
	июль	15,8	0,4	33,3	11,7	14,6
фон		2,3	0,2	16,0	1,6	18,2
подвижная форма, мл/кг ( $1\text{MnHPO}_3$ ), 2011 г.						
промзоны	апрель	19,2	0,5	29,6	8,4	18,1
	июль	19,4	0,5	29,8	8,3	18,2
парки	апрель	13,7	0,4	25,4	7,7	9,32
	июль	13,8	0,36	25,7	8,3	9,33
фон		1,56	0,15	6,5	0,32	5,0
подвижная форма, мг/кг (ацетатный буфер $\text{pH}=4,8$ ), 2011 г.						
промзоны	апрель	4,8	0,15	7,0	1,9	2,2
	июль	4,9	0,15	6,9	2,0	2,3
парки	апрель	1,8	0,09	4,2	1,33	0,6
	июль	1,9	0,09	4,2	1,33	0,6
фон		0,23	0,11	0,23	0,3	0,09

Валовое содержание Pb, Cd, Zn, Ni и Cu в течение всего периода исследований в почвах промышленных зон города достоверно превышало фоновые концентрации, но не достигало уровня ПДК. Особенно значимые превышения фона были выявлены для Pb (в 10 раз) и Ni (в 6-7 раз), менее значимые – для Cd (в 3 раза) и Zn (в 2 раза). Содержание Cu в почвах промышленных зон было близким к фону. Подобная закономерность в целом была характерна и для почв городских парков. Валовое содержание в них Pb, Cd, Zn и Ni достоверно и значимо превышало фоновые значения, несколько уступало фону только содержание Cu (табл. 1). В целом среднее содержание валовых форм соответствующих тяжелых металлов в почвах промзон и парков было сходным, но для Pb, Cd и Cu отмечена тенденция более активного накопления в почвах промышленных территорий (менее чем в 2 раза) по сравнению с парками.

Концентрации кислоторастворимых подвижных форм тяжелых металлов в почвах промзон и парков достоверно превышали фоновые значения. Особенно высокими превышениями фона в этих почвах отличались Ni (в 25 раз) и Pb (в 9-12 раз); менее выраженными были значения для Zn (в 4-5 раз), Cd и Cu (в 2-3,5 раза). Сравнение концентраций по почвам промзон и парков, как и в случае валовых форм, показало определенное сходство между ними, но тенденция более высокого накопления металлов в почвах территорий промышленных предприятий сохранилась. Это особенно проявилось в отношении Cu, содержание которой в парковых почвах было в 2 раза ниже (табл. 1). Следует отметить, что по этой подвижной форме металлов в почвах парков и промзон г. Ульяновска были превышены ПДК Ni (в 2 раза) и Cu (в 3-6 раз). Содержание подвижного Zn достигало уровня ПДК (23 мг/кг почвы) [3].

Закономерности распределения концентраций подвижных форм металлов, определяемых из вытяжки на ацетатном буфере, совпали с таковыми для кислоторастворимых подвижных форм. Максимальные концентрации были выявлены в почвах промзон, более низкие – в почвах парков, но и те, и другие достоверно превосходили фоновые показатели. Особенно значимо превосходило фон содержание Zn (в 17-30 раз), Cu (7-24 раза) и Pb (в 8-21 раз), минимально – Cd. Причем содержание подвижного Cd этой формы в почвах парка было несколько ниже фонового показателя. Кроме того, по данной форме тяжелых металлов почвы промзон в большей степени отличались от почв парков по сравнению с валовыми и кислоторастворимыми подвижными формами.

Для всех исследуемых форм тяжелых металлов в почвах промзон и парков не выявили существенных сезонных различий в уровнях накопления (табл. 1). Полученные данные подтверждают существующее мнение об относительном постоянстве физико-химических свойств почв в течение вегетационного периода, а определенная динамика показателей может быть связана с особенностями климатических условий, влияющих на интенсивность миграции элементов, а также с интенсификацией деятельности основных техногенных источников тяжелых металлов [6].

Для оценки степени опасности загрязнения почвы тяжелыми металлами рассчитывали коэффициенты концентрации ( $K_C$ ) и суммарный показатель загрязнения ( $Z_C$ ) для их валовых форм в соответствии с общепринятыми методиками [3]. В табл. 2 представлены суммарные показатели загрязнения почв рекреационных и промышленных зон г. Ульяновска за ноябрь 2010 г. в сравнении с апрелем и июлем 2011 г.

**Таблица 2.** Суммарный показатель загрязнения почв парковых и промышленных зон г. Ульяновска тяжелыми металлами

Вариант	Суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ )		
	ноябрь, 2010 г.	апрель, 2011 г.	июль, 2011 г.
парк Семьи Ульяновых	22	14	14
ОАО «УАЗ»	13	19	19
парк Винновская роща	18	11	11
ЗАО «УМЗ»	25	27	27
парк Прибрежный	16	12	12
ЗАО «Авиастар-СП»	11	19	19
парк им. А. Матросова	17	22	22
ОАО «Контактор»	48	24	24

Анализ их сезонной динамики показал, что по промышленным зонам уровень опасного загрязнения ( $Z_c=32-128$ ) был выявлен только для почв ОАО «Контактор» в ноябре 2010 г., но к лету 2011 г. он снизился в 2 раза и стал умеренно опасным ( $Z_c=16-32$ ). Почвы ОАО «УАЗ», ЗАО «УМЗ» характеризовались умеренно опасным уровнем загрязнения почв ( $Z_c=16-32$ ). Загрязнение почвенного покрова ЗАО «Авиастар-СП» по содержанию валовых форм тяжелых металлов имел допустимый уровень загрязнения ( $Z_c<16$ ) в ноябре 2010 г., который повысился весной и летом 2011 г. до умеренно опасного уровня. Изучение динамики суммарного показателя загрязнения парковых почв показал, что в 2010 г. они отличались умеренно опасным уровнем загрязнения ( $Z_c$  от 16 до 22), а в 2011 г. – в основном характеризовались допустимым уровнем загрязнения ( $Z_c<16$ ). Исключением из этого правила был только парк им. А. Матросова, для почвы которого весь период наблюдений выявлялось умеренно опасное загрязнение, что, очевидно, связано с активным влиянием окружающих его автотрасс.

**Выводы:** эколого-геохимические исследования, осуществленные на территории г. Ульяновска в период 2010-2011 гг., показали, что для почвенного покрова его промышленных и

рекреационных (парковых) зон характерна определенная стабильность экологической ситуации по динамике накопления валовых и подвижных форм тяжелых металлов. Суммарный показатель загрязнения изучаемых почв варьировал в пределах допустимого и умеренно опасного уровня. Значимых превышений ПДК по валовым и подвижным формам металлов не было выявлено (за исключением подвижной  $Cu$ ), но уровень загрязнения городских почв по большинству анализируемых элементов существенно превышал фоновые показатели, что наиболее заметно проявилось в отношении  $Pb$ ,  $Ni$ ,  $Zn$  и  $Cu$  в промышленных зонах. Среди полученных результатов наибольшую тревогу вызывает относительно высокий уровень накопления в почвах промышленных зон и парков потенциально подвижных ( $1M HNO_3$ ) и подвижных (ацетатный буфер  $pH=4,8$ ) форм тяжелых металлов, свидетельствующий о доступности их для растений и других живых организмов, что опосредованно может сказываться на здоровье населения г. Ульяновска.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Антонова, Ю.А. Тяжелые металлы в городских почвах / Ю.А. Антонова, М.А. Сафонова // Фундаментальные исследования. 2007. №11. С. 43-44.
2. Алексеев, В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. – М.: Наука, 1990. 142 с.
3. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: Методические указания 2.1.7.730-99. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1999. 38 с.
4. Денисов, В.В. Экология города / В.В. Денисов, А.С. Курбатова, И.А. Денисова. – М.: ИКЦ «Март», 2008. 832 с.
5. Ильин, В.Б. Мониторинг тяжелых металлов применительно к крупным промышленным городам // Агрехимия. 1997. №4. С. 81-86.
6. Прокопенко, И.В. Содержание тяжелых металлов в почвах Ульяновской области / И.В. Прокопенко, А.И. Пузакова, В.Д. Кочеткова, И.С. Коняев // Экологические проблемы и пути их решения в зоне Среднего Поволжья: Матер. Всеросс. конф. – Саранск, 1999. С. 68-69.

## CONCERNING THE ECOLOGICAL SITUATION IN ULYANOVSK CITY ON THE ASPECT OF SOIL COVER HEAVY METALS POLLUTION

© 2012 O.A. Solovyova<sup>1</sup>, N.V. Prokhorova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ulyanovsk State Pedagogical University

<sup>2</sup> Samara State University

The results of experimental study of soil cover pollution by heavy metals total and movable forms in Ulyanovsk city are given in the article.

Key words: soil, heavy metals, industrial zones, recreational zones

Oksana Solovyova, Post-graduate Student. E-mail: o.a.efremova@yandex.ru  
Natalia Prokhorova, Doctor of Biology, Professor at the Department of Ecology, Botany and Nature Protection. Email: ecology@samsu.ru