

УДК 504.5

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е. Ю. Елсукова, Е. О. Чуняева, Д. Д. Хлопцова

*Санкт-Петербургский Государственный Университет, В. О., 10-я линия 33/35,
199178, г. Санкт-Петербург, Россия, e.elsukova@spbu.ru*

В настоящем исследовании дана оценка воздействия поликомпонентного загрязнения на почвы. По результатам изучения почв Пушкинского района Санкт-Петербурга установлено превышение нормативов валового содержания Pb, Zn, Cu и Cd. При увеличении концентрации тяжелых металлов в почве, снижается выживаемость тест-объекта *Daphnia magna* Straus.

Ключевые слова: загрязнение почв; городская среда; тяжелые металлы; биотестирование; антропогенное воздействие.

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON SOILS OF URBANISED AREAS

E. Yu. Elsukova, E. O. Chunyaeva, D. D. Khloptsova

*St. Petersburg State University, V.O., 10th line 33/35, 199178, St. Petersburg,
Russia, e.elsukova@spbu.ru*

The present study assesses the impact of multicomponent pollution on soils. According to the results of the study of soils of Pushkinsky district of St. Petersburg, the gross content of Pb, Zn, Cu and Cd was found to exceed the norms. With increasing concentration of heavy metals in soil, the survival rate of the test subject *Daphnia magna* Straus decreases.

Keywords: soil pollution; urban environment; heavy metals; biotesting; anthropogenic impact.

Важнейшим показателем степени изменений, происходящих в окружающей среде, является состояние почвенного покрова. В условиях крупного города почвенный покров подвергается интенсивным антропогенным воздействиям, в числе которых поступление загрязняющих веществ от техногенных источников, нарушение почвенного профиля, внесение привозного грунта и другие.

С целью изучения геохимических особенностей были исследованы почвы и почвогрунты Пушкинского района г. Санкт-Петербурга. Пушкинский район находится на юго-востоке Санкт-Петербурга, занимает по площади второе место (240 км²) и отличается разнообразием природно-

территориальных комплексов, жилой застройки и источников загрязнения. Именно поэтому почвы и почвогрунты Пушкинского района выбраны в качестве объекта исследования.

На территории района присутствуют предприятия металлообрабатывающей, фармацевтической, пищевой промышленности, ведется строительство жилых домов и транспортных магистралей, развито сельское хозяйство, в том числе животноводство. Государственные музеи-заповедники Царское село и Павловск способствуют развитию туризма. По территории Пушкинского района проходит Октябрьская железная дорога и автомагистрали. При этом Пушкинский район относится к одним из самых озелененных районов Санкт-Петербурга.

Для достижения цели в течении полевых сезонов 2020 и 2021 гг. было заложено 38 пробных площадей и отобрано 60 проб почв. Пробные площади располагались в местах с разной степенью антропогенной нагрузки: жилые кварталы и скверы, парки, зоны воздействия железных и автомобильных дорог и др.

Сделаны описания пробных площадей размером 20x25 м, которые включали характеристику жилой застройки, интенсивности автомобильного движения, наличие и характеристику растительности, бытового мусора, свалок. На каждой площадке отобраны пробы почв методом конверта в соответствии с ГОСТом.

Валовое содержание Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Sc, Sr, V, Zn в пробах определено методом ICP-MS. Подвижные формы Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, V, Zn, а также K, Na, Ca определены в Научном парке СПбГУ Ресурсном центре Методы анализа состава вещества методом атомно-эмиссионной спектроскопии с применением ацетатно-аммонийного буфера (рН 4,8). Определение актуальной и потенциальной кислотности почв проведено потенциометрическим методом в лаборатории методов физико-химического анализа СПбГУ. Опыты по биотестированию для определения токсичности проб грунтов проведены с помощью тест-объектов *Dafnia magna* Straus [2]. В 2019 г. в почвах, отобранных на этих пробных площадях, определено содержание 16 ПАУ, результаты опубликованы [1].

Выявлено, что по валовому содержанию тяжелых металлов (ТМ) повсеместно превышена ОДК Рb (32 мг/кг) [5]: среднее содержание составляет 69 мг/кг, максимальное — 350 мг/кг. Повсеместное превышение ОДК (55 мг/кг) наблюдалось по Zn: среднее содержание 156 мг/кг, наибольшее — 429 мг/кг. В 25% изученных проб превышены нормативы по Cu и Cd. Имеются единичные случаи превышения по Ni. Расчет показателя суммарного загрязнения почв (Z_c) показал, что только 10 % изученной территории покрыто чистыми почвами, а большая часть

изученных почв (75 %) относится к допустимой категории загрязнения, 10 % — к слабой категории, 5 % — к средней категории.

Таблица 1

Сравнение полученных результатов с фоновыми значениями, мг/кг

Данные	Элементы						
	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	Cd
Фон [3] / [4]	31 / -	46 / 15	<3 / 30	26 / 15	30 / -	42 / 45	- / 0,12
Среднее значение по полученным результатам	39	40	16	69	45	156	0,46

Содержания подвижных форм Pb и Mn повсеместно превышают ПДК, имеются единичные превышения Cu и Zn. Важным индикатором антропогенного загрязнения является доля подвижных форм ТМ от их валового содержания. На исследованной территории низкой подвижностью характеризуются Co, Cr, V, Fe, средней подвижностью отличаются Ba, Cu, Ni, Sr, повышенной – Mn, Zn, Pb, высокой – Cd. При этом в 2021 г. по сравнению с 2020 г. подвижность возросла. Также с увеличением валовой концентрации металла, увеличивается и процент содержания подвижных форм. Кислотность почвогрунтов варьирует от слабокислой до слабощелочной.

Таблица 2

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в пробах

	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Na
Ср.Знач.	31,08	0,54	0,56	1,42	90,25	342,14	67,81
Макс.	51,3	3,82	2,17	8,87	670	828	166
Мин.	9,62	0,15	0,21	0,18	11,42	116	20,9
Норматив	-	-	-	3	-	-	-
	Ni	Pb	Sr	V	Zn	Ca	Mn
Ср.Знач.	0,70	12,16	10,83	0,10	25,63	4548,1	115
Макс.	1,48	62,1	26,6	0,21	112,5	11600	184
Мин.	0,28	1,78	3,71	0,02	5,28	133	19,45
Норматив	4	6	-	-	23	-	100

Посчитана корреляционная зависимость выживаемости дафний и содержания в тестируемых почвах ТМ. При 24 ч. экспозиции, значимой оказалась корреляция выживаемости дафний и подвижных форм Co и Cr. При

48 ч. экспозиции значима корреляция выживаемости дафний и валовых форм Zn и Fe, а также подвижных форм Co и Fe. Иные корреляции не являются значимыми, но в большинстве своем они представлены отрицательными значениями, следовательно, при увеличении концентрации тяжелых металлов в почве, снижается выживаемость тест-объекта *Daphnia magna* Straus.

Повышенные значения тяжелых металлов наблюдаются рядом с промзонами, автостоянками, станциями технического обслуживания, железной и автомобильными дорогами. К сожалению, загрязнение почвогрунтов наблюдается и в скверах, и в Александровском парке.

Исследование поддержано Санкт-Петербургским Государственным Университетом, ID проекта в системе PURE СПбГУ: 61288689

Выражаем благодарность ресурсному центру «Методы анализа состава вещества» Научного парка СПбГУ.

Библиографические ссылки

1. *Елсукова Е. Ю., Опекунова М. Г., Теритце К.* Оценка загрязнения почв Пушкинского района Санкт-Петербурга. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов. Москва. 2021. С.12-17.

2. Токсикологические методы контроля. Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета, 2014 г.

3. *Матинян Я. Н., Рейманн К., Бахматова К. А., Русаков А. В.* Фоновое содержание тяжелых металлов и мышьяка в пахотных почвах Северо-Запада России (по материалам международного геохимического атласа) // Вестник СПбГУ. Серия 3 Биология. Номер 3. 2007. №3. С.123-134.

4. Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 27 декабря 1993 года N 61-5678 Письмо «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами»

5. СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий». Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г.

6. Экологическая обстановка в Пушкинском районе Санкт-Петербурга. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности в Санкт-Петербурге. СПб. 2017