

GRAY FOREST SOILS OF MOLDOVA'S CODRY: NATURAL RESERVES OF POTASSIUM

V.E. Alekseev, V.V. Cherbar', A.N. Burgelya, E.B. Varlamov

Summary

At first a comparative study of the natural reserves of potassium in the gray forest soils and xerophytic forest-black earth showed that the general reserve is very high (1999–2968 mg/100 g of soil) and higher than that in the forest chernozems (2214–2474 mg/100 g of soil). The reason for this potential reserve and it is anomalously high content of mica, followed by manifestations of heterogeneity of soil-forming rocks. Direct reserve potassium in gray forest soils are 1.5–2 times lower (7–30 mg/100 g), and the proximal reserve (620–1069 mg/100 g) was comparable to that in the xerophytic forest – chernozem. The pattern of distribution of reserves to the profile in gray forest soils is influenced by soil-genetic factors and geological nature.

Поступила 9.03.15

УДК 631.42:631.618(470.311-25)

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА МОСКВЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

И.С. Прохоров

*ФГБОУ ВО «РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева»,
г. Москва, Россия*

ВВЕДЕНИЕ

Сеть мониторинга за состоянием почв сформирована Департаментом природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы с учетом территориального деления и функционального зонирования и включает в себя 1333 площадки постоянного мониторинга, ежегодно из которых обследуется порядка 200–300, это позволяет получать максимально полную информацию о современном состоянии почвенного покрова в городе, отслеживать тенденции изменения состояния почв и выявлять наиболее актуальные проблемы в данной области.

Основными задачами мониторинга являются: изучение свойств почв на постоянных площадках мониторинга (ППМ); закладка новых площадок мониторинга и опробование почвенного покрова на территории Троицкого и Новомосковского административных округов г. Москвы (преимущественно на территории городов Троицк и Щербинка); изучение изменений химического состава почв в сравнении с результатами опробования предыдущих лет; оценка состояния почв вдоль основных автомагистралей в рамках Программы мониторинга воздействия противогололедных реагентов (ПГР) на компоненты окружающей среды на 2011–2012 и последующие годы. В 2013 г. всего было обследовано 215 площадок наблюдения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для оценки пространственного загрязнения почвенного покрова на территории города пробы почв отбирали с поверхности (0–10 см). Каждый образец составляли из 5 точечных проб, взятых методом конверта с площадки площадью 1 м². Объем проб определяли в зависимости от потребностей для проведения аналитических работ (в большинстве случаев 400–800 г). Из разрезов отбор проводили с глубин 0–10, 10–20 и 30–50 см. При отборе образцов из почвенных разрезов производили описание ландшафтно-экологических условий местности и физико-механических свойств почв.

Все отобранные пробы после обработки (сушка, ситование через сито 1 мм, квартование) были проанализированы в лаборатории. При проведении аналитических исследований в пробах почв определяли: содержание тяжелых металлов (валовые и подвижные формы), содержание бенз(а)пирена, содержание нефтепродуктов, величина рН солевой и водной вытяжки, содержание органического углерода (C_{орг.}), величину сухого остатка, содержание макроэлементов питания (P₂O₅, K₂O).

Анализ проб на содержание тяжелых металлов выполнен приближенно-количественным спектральным методом, содержание ртути – методом атомной абсорбции с термической возгонкой паров ртути, содержание нефтепродуктов и бенз(а)пирена – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Химическое загрязнение почв оценивали по суммарному показателю загрязнения (Zс) и содержанию валовых и подвижных форм гигиенически нормируемых химических элементов. Опасность загрязнения почв отдельными химическими элементами оценивалась по существующим нормативам ПДК и ОДК.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из диагностических признаков городских почв является сдвиг реакции среды в сторону щелочных значений, при этом происходит увеличение реакции среды (рН ≥ 7,5). Этот процесс является широко распространенной тенденцией и носит долговременный характер, что подтверждается многолетними исследованиями в рамках мониторинга почв г. Москвы. Подщелачивание городских почв связано с осаждением на их поверхность пыли, содержащей карбонаты кальция и магния, выпадением осадков с повышенным содержанием углекислоты и с попаданием в почву ПГР (хлориды натрия, кальция и др.).

По результатам мониторинга почв установлено, что основная их часть (65,1%) характеризуется нейтральной и близкой к нейтральной реакцией среды (рН 6,6–7,5). Вместе с тем, отмечено возрастание доли слабощелочных почв в сравнении с предыдущими периодами исследования, в сравнении с 2012 г. количество проб с рН почвенного раствора выше 7,5 выросло с 1,6 до 27,4% (в 15,4 раза), в более ранние периоды исследований такие почвы на территории Москвы практически не встречались. Продолжает снижаться количество почв с кислой реакцией среды, с 2011 по 2013 гг. доля кислых почв (суммарная) снизилась с 35,5 до 7%.

Органическое вещество в городских почвах включает в себя гумусовые вещества и органические вещества антропогенного происхождения, которые определяются совместно с почвенным органическим веществом, при этом выделить из

общей органики непосредственно гумус крайне сложно. Считается, что в городских условиях содержание органического вещества, превышающее 5–6% можно считать индикатором сильного антропогенного загрязнения, поскольку в данном случае существенный вклад в формирование значения данного показателя вносят органические загрязнители, содержащиеся в выхлопах автотранспорта, нефтепродукты, частицы сажи и пыль от битумно-асфальтных смесей, в большом количестве содержащихся в почве.

По результатам мониторинга почв установлено, что в городе преобладают почвы со средним (25,6%) и очень высоким содержанием органического вещества (25,1%). Доля проб с низким, средним, повышенным и высоким содержанием органического вещества в целом продолжает оставаться стабильной, отмечены лишь незначительные вариации (± 2 –3%). Среднее содержание органического вещества в почвах г. Москвы варьирует в пределах от 3,2 до 16,3%. Среди территорий различного функционального назначения минимальные содержания органического вещества отмечены в почвах природных, национальных и дендрологических парков (3,6%), в почвах остальных функциональных зон величина показателя незначительно варьирует в пределах 7,4–8,7%, что соответствует повышенному и высокому уровню содержания органического вещества.

Фосфор. Исследования городских почв в 2013 г. показали, что в целом по городу по-прежнему преобладают почвы с очень высоким содержанием подвижного фосфора (более 81% проб). Среднее содержание подвижных соединений фосфора в почвах Москвы составляет 332,4–788,8 мг/кг. Максимальные значения среднего содержания фосфора отмечены в почвах Зеленоградского, Западного, Юго-Восточного и Южного административных округов (свыше 700 мг/кг). В почвах городов Троицк и Щербинка (ТИНАО) содержание доступных соединений фосфора в среднем составляет 500 мг/кг.

Калий. По данным обследования 2013 г. 53,5% составляют почвы с высоким (170–250 мг/кг) и очень высоким уровнем (свыше 250 мг/кг) содержания подвижного калия (суммарное количество). Очень низкий и низкий уровень обеспеченности почв калием отмечен лишь в 8,4% проб.

В последние годы основными тенденциями в изменении агрохимических свойств почв являются: сдвиг реакции среды в сторону слабощелочных значений и постепенное возрастание содержания доступных для растений форм фосфора, к настоящему моменту в среднем превышающее оптимальный уровень обеспеченности в 2 раза.

Загрязнение почв города тяжелыми металлами и мышьяком. Тяжелые металлы являются индикаторами загрязнения почв в силу того, что они довольно распространены, сравнительно легко определяются, большинство из них неподвижны или слабо подвижны в верхнем 0–10 см слое почвы, токсичный эффект многих металлов достаточно хорошо изучен.

По данным мониторинга 2013 г. установлено, что валовые содержания тяжелых металлов в почвах тяжелого гранулометрического состава в среднем не превышают установленных санитарно-гигиенических нормативов и остаются стабильными на протяжении трех лет.

Вместе с тем, на отдельных пунктах постоянного мониторинга в почвах легкого гранулометрического состава выявлены превышения ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) по содержанию валовых форм меди (в 1,03–1,34 раза),

цинка (в 1,04–3,1 раза), свинца (в 1,0–1,4 раза), кадмия (в 1,1–2,6 раза), мышьяка (в 1,6–2,7 раза).

Обследование почвенного покрова выявило высокие содержания подвижного цинка в городских почвах. Его средняя по городу концентрация превышает установленную ПДК в 1,3 раза, при этом норматив оказался превышен в 36,3% проб. В то же время количество проб с превышениями в 2013 г. меньше, чем в 2012 г. (для сравнения – в 2012 г. превышение ПДК по подвижному цинку отмечалось в 43,5% проб).

Наиболее высокие средние концентрации подвижных форм цинка (2 ПДК), свинца (1,2 ПДК) и меди (1,5 ПДК) в почвах Юго-Восточного административного округа; в Центральном административном округе выявлены превышения нормативов по содержанию подвижного цинка (2 ПДК) и свинца (1,6 ПДК); на территории Северо-Восточного административного округа средние содержания подвижных форм меди превышают норматив в 1,4 раза.

Изучение распределения подвижных форм тяжелых металлов в почвах различных функциональных зон показало, что среднее содержание подвижного цинка в почвах превышает норматив (в 1,2–1,5 раза) во всех функциональных зонах, за исключением природных, национальных и дендропарков.

Сравнение результатов 2011–2013 гг. показало, что среднее содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах г. Москвы остается стабильным. При этом в 2013 г. отмечено возрастание количества проб с превышениями ПДК по содержанию подвижного никеля и хрома, тогда как количество проб с превышениями по приоритетным загрязнителям (цинк и свинец) несколько снизилось. Так, если количество проб с превышениями норматива по цинку в 2012 г. составляло 43,5%, свинцу – 26,8%, то в 2013 г. норматив оказался превышен по цинку в 36,6% проб, а свинцу – в 25,1% проб.

Оценка состояния почвенного покрова на основе суммарного показателя загрязнения (Zс) показала, что почвы всех административных округов относятся к категории слабого (допустимого) загрязнения (Zс менее 16) (рис.). Наиболее высокая величина данного показателя характерна для Юго-Восточного и Центрального административных округов. Почвы с минимальным уровнем загрязнения распространены в основном на периферии Москвы, преимущественно на севере и юге. К районам с минимальной величиной суммарного показателя загрязнения (Zс) в 2013 г. относились Зеленоградский и Южный административные округа, а также города Троицк и Щербинка (Троицкий и Новомосковский административный округ).

Таблица 1

Среднее содержание подвижных форм тяжелых металлов и количество превышений нормативов

Элемент	2011 г.		2012 г.		2013 г.		ПДК, мг/кг
	содержание, мг/кг	% превышений	содержание, мг/кг	% превышений	содержание, мг/кг	% превышений	
Cu	2,7	13	2,3	16,7	2,6	17,2	3
Zn	30,4	34,2	26,9	43,5	30,4	36,3	23
Ni	1,0	2,5	1,1	1,2	0,9	2,3	4
Pb	6,9	13	5,4	26,8	5,4	25,1	6
Cr	1,0	0,4	1,2	0,8	1,1	1,9	6

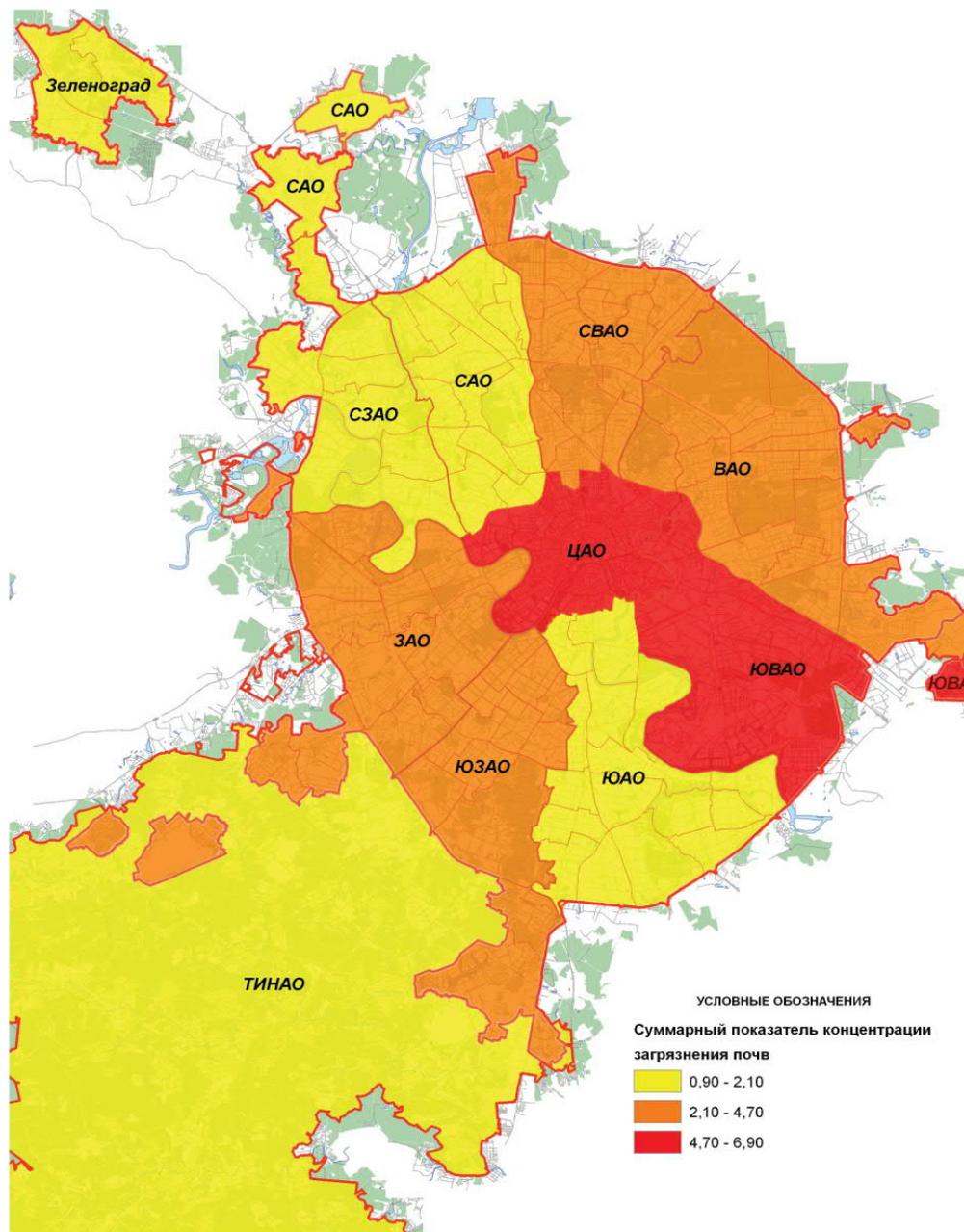


Рис. Карта-схема загрязнения почв г. Москвы

Содержание бенз(а)пирена и нефтепродуктов. Высокий уровень содержания органических загрязнителей в почве крупных городов обуславливается воздействием не только стационарных (промышленные предприятия), но и мобильных источников загрязнения, в особенности – автотранспорта, количество которого увеличивается по мере роста численности населения. Так, бенз(а)пирен содержится в выбросах многих промышленных производств, отопительных и транспорт-

ных систем. В почве бенз(а)пирен обычно попадает из загрязненного атмосферного воздуха с пылью, аэрозолями, осадками и аккумулируется в поверхностном горизонте. Производство энергии, химическая и нефтехимическая промышленность, автотранспорт и предприятия по производству строительных материалов являются основными потенциальными источниками загрязнения городских почв нефтепродуктами.

В таблице 2 представлены результаты мониторинга содержания бенз(а)пирена и нефтепродуктов в городских почвах за 2011–2013 гг.

Таблица 2

Содержание бенз(а)пирена и нефтепродуктов в почвах

Показатель	Бенз(а)пирен			Нефтепродукты		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Среднее содержание, мг/кг	0,07	0,04	0,04	266,4	235,1	332,5
Кпдк ср.	3,5	2,0	2,0	0,89	0,78	–
Min, мг/кг	0,05	0,05	0,05	13	11	14
Max, мг/кг	1,8	1	0,32	1830	1780	2872
Кол-во превышений ПДК от общего числа точек отбора, %	79,0	45,1	39,1	–	–	–
ПДК, мг/кг	0,02			–*		

Примечание. * – до 2011 г. в г. Москве действовал Региональный норматив содержания нефтепродуктов в почве, составлявший 300 мг/кг (Распоряжение Мэра Москвы от 27 июля 1999 г. № 801-РМ «Об утверждении Методики исчисления размера ущерба, вызываемого захлуплением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы»).

Следует отметить положительную тенденцию к снижению количества проб с превышениями нормативов по бенз(а)пирену. Так, общесанитарный норматив по содержанию бенз(а)пирена в почвах (0,02 мг/кг) в 2013 г. оказался превышен в 39,1% проб (для сравнения, в 2012 г. количество проб с превышениями ПДК составляло 45,1%, а в 2011 г. – 79%).

Нефтепродукты. Среднее содержание нефтепродуктов в почвах Москвы в 2013 г. составило 332,5 мг/кг, максимальное выявленное содержание нефтепродуктов составляет 2872 мг/кг, а минимальное – 14 мг/кг сухого веса почвы. В соответствии с критериями, установленными «Порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (утвержден Письмом Минприроды РФ № 04-25, Роскомзема № 61-5678 от 27.12.1993 г.) почвы г. Москвы преимущественно относятся к категории с допустимым уровнем загрязнения нефтепродуктами (< 1000 мг/кг почвы). На 7 площадках постоянного мониторинга, содержание нефтепродуктов находилось в диапазоне 1000–2000 мг/кг, что соответствует низкому уровню загрязнения, на 2 площадках мониторинга, расположенных на территории Центрального административного округа и г. Троицк, выявлен средний уровень загрязнения почв нефтепродуктами (2000–3000 мг/кг).

Наблюдаемые изменения, вероятно, обусловлены постоянно возрастающим количеством автомобильного транспорта в г. Москве (по официальным данным, опубликованным на сайте Росстата, за период с 2006 по 2012 г. средний ежегодный прирост личного автомобильного транспорта в городе Москве составил 9,9 единиц на 1000 человек населения).

Максимальные содержания нефтепродуктов выявлены в почвах Центрального и Зеленоградского административных округов, а также городов Троицк и Щербинка (463–474 мг/кг). Наиболее благоприятная ситуация по загрязнению почв нефтепродуктами отмечается в Восточном, Северном, Северо-Западном и Южном административных округах, здесь концентрация загрязнителя в среднем не превышает 274 мг/кг почвы.

По данным мониторинга 2013 г. среднее содержание бенз(а)пирена в почвах г. Москвы составляет 0,04 мг/кг или 2 ПДК, такой же уровень содержания загрязнителя отмечался и в 2012 г.

Самые низкие показатели загрязнения почв бенз(а)пиреном характерны для Юго-Западного административного округа, здесь его средняя концентрация не превышает 0,01 мг/кг (0,5 ПДК). Максимальные средние концентрации загрязнителя выявлены в почвах Центрального (0,07 мг/кг или 3,5 ПДК) и Зеленоградского (0,05 мг/кг или 2,5 ПДК) административных округов.

Сравнение результатов опробования 2013 г. с данными, полученными в предыдущие годы, показало, что в текущем году концентрации бенз(а)пирена в почве находится на уровне показателей 2010 и 2012 гг. (0,04 мг/кг), это минимальные концентрации, отмечаемые за период наблюдений с 2006 по 2013 гг. При этом максимальные содержания загрязнителя в почвах отмечались в 2005–2006 и 2011 гг. (0,08 и 0,07 мг/кг соответственно).

Изучение динамики содержания нефтепродуктов в почвах г. Москвы показало, что максимальные концентрации загрязнителя наблюдались в период 2005–2006 гг. В последующие годы уровень загрязнения заметно снизился, при этом минимумы концентраций нефтепродуктов в почвах отмечались в 2010 и 2012 гг. (224,5 и 235,1 мг/кг соответственно). В текущем году зафиксировано повышение содержания нефтепродуктов в почвах г. Москвы до величины 332,5 мг/кг, это на 41% выше показателей 2012 г., но в 1,6 раза ниже максимума, наблюдаемого в 2005–2006 гг.

ВЫВОДЫ

В числе главных способов рекультивации, используемых в настоящее время в г. Москве, в силу отсутствия времени на естественное или стимулированное восстановление городских почв, а также ввиду выполнения озелененными территориями декоративно-планировочных функций используется полная замена верхнего загрязненного слоя почв с последующей заменой на искусственно созданные многокомпонентные субстраты. В Москве организована государственная система контроля за используемыми в процессе благоустройства и озеленения территорий материалами. В качестве основного компонента искусственных почвогрунтов выступают торфа различного генезиса, а также извлекаемые при строительстве котлованных грунты, которые по результатам инженерно-экологических изысканий соответствуют классу опасности не ниже IV. В соответствии с Законом г. Москвы от 04 июля 2007 г. № 31 «О городских почвах» к городским почвам относятся все естественные и искусственно созданные почвенные образования мощностью 1 метр, поэтому в последнее время все большее распространение приобретает создание искусственных почвенных конструкций (конструктоземов), которые обеспечивают не только более длительный период выполнения основных функций, имея доста-

точный запас питательных элементов и определенных сорбентов загрязнителей и микроорганизмов – биодеструкторов, но и значительный экономический и экологический эффект. В частности показано, что использование данных конструкций ведет к снижению эмиссии углекислого газа с поверхности почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2008 году / Л.А. Бочина [и др.]; под ред. Л.А. Бочина. – М.: Формула Цвета, 2009. – 209 с.
2. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2013 году / Пр-во Москвы, Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы; под ред. А.О. Кульбачевского. – М.: ЛАРК ЛТД, 2014. – 222 с.
3. Вопросы подготовки и контроля качества искусственно созданных грунтов для озеленения московских газонов / А.Ю. Щербаков и [и др.] // Экологические системы и приборы. – 2012. – № 10. – С. 28–33.
4. Прохоров, И.С. Особенности производства почвогрунтов для озеленения и благоустройства г. Москвы / И.С. Прохоров, С.Ю. Карев // Агрохимический вестник. – 2012. – № 3. – С. 21–25.
5. Способ получения техногенного почвогрунта и техногенный почвогрунт / С.Ю. Карев, И.С. Прохоров, А.А. Типцов; RU 2 497 784; заявл. 01.06.2012.
6. Васенев, В.И. Экспериментальное моделирование конструкции городских почвогрунтов с минимальной эмиссией парниковых газов / В.И. Васенев [и др.] // Агроэкология. – 2014. – № 1. – С. 43–49.

URBAN SOIL MONITORING IN MOSCOW CITY AND RECULTIVATION MEASURES

I.S. Prokhorov

Summary

Efficient system of urban soil monitoring in Moscow City formed last 5 years is described. Main methodological aspects of urban soil study are presented. Results showed positive tendency of urban soil improvement in such large and urbanized city as Moscow megalopolis. It was reached due to Moscow City Law «On Urban Soils» and implementation of innovative recultivation technologies.

Поступила 22.04.15