

УДК 613.262–034(574.31)

М.А.Мукашева¹, Д.В.Суржиков², Г.М.Тыкежанова¹,
Ш.М.Нугуманова¹, А.Е.Казимова¹, Г.Ж.Мукашева¹

¹Казахстанский государственный университет им. Е.А.Букетова;

²НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН, Новокузнецк, Россия
(E-mail: manara07@mail.ru)

Оценка техногенного загрязнения почвы на примере промышленного города

В статье отмечено, что динамика загрязнения почвы в промышленной зоне г. Темиртау остается неблагоприятной по отношению к почве в селитебной зоне. В радиусе воздействия крупных промышленных объектов отмечены существенные превышения ПДК по ряду тяжелых металлов. Выявлено, что наиболее интенсивно почвы загрязнены веществами, относящимися к первому и второму классам опасности: свинцом, цинком, медью и никелем. Определено, что доля неудовлетворительных проб составила по свинцу 19,3 %, по цинку — 15,5 %, в то же время частота превышения ПДК по меди и никелю была 7,3 и 7,6 % соответственно. Содержание этих элементов в почвенном покрове превысило естественный уровень загрязнения исследуемой территории.

Ключевые слова: металлы, почва, автотранспорт, загрязнение, медь, хром, цинк, марганец, свинец.

Для нормальной жизнедеятельности организма необходимы практически все химические элементы, и речь может идти лишь об их оптимальном количестве и пропорции. При больших концентрациях могут быть токсичными практически все микроэлементы, вплоть до самых жизненно необходимых, от которых в значительной мере зависит иммунобиологическая реактивность организма. С нарушением оптимальных пропорций микроэлементов в окружающей среде связывают многие эндемические болезни, которые возникают в так называемых техногенных биогеохимических провинциях [1, 2].

Для территории Центрального Казахстана, отличающегося разнообразием биогеохимической ситуации, важное практическое значение имеет исследование почвы регионов с неблагоприятным условием обитания. Почва в городах подвержена тем же вредным воздействиям, что и атмосферный воздух и гидросфера, поэтому повсеместно происходит значительная ее деградация.

Почва существенно отличается от других компонентов биосферы как по уровню организации и сложности строения, так и по осуществляемым ею функциям. Кроме того, почва играет особую роль глобального геохимического регулятора циклических массопотоков (ТМ) — загрязняющих элементов, обладающих высокими показателями техногенности и токсичности при высоких концентрациях [3].

За время исследования функциональных зон города выявлены широкие пределы колебаний содержания химических элементов в исследуемых образцах почвы (табл. 1). Исходя из рекомендуемых пределов допустимых концентраций санитарных норм РК наблюдаем повышенное содержание практически всех элементов (Co, Cr, Cu, Pb, Zn, Ni).

Эколого-геохимическое состояние почв города охарактеризовано коэффициентом концентрации (K_k) и коэффициентом опасности (K_o), определенными по формулам:

- 1) $K_k = C/C_f$; где C — содержание элемента в пробе; C_f — фоновое содержание элемента;
- 2) $K_o = C/ПДК$; где ПДК — предельно допустимые концентрации.

Почвенные образцы отбирались с глубины 0–15 см методом конверта. В пробах определяли содержание 12 химических элементов (табл. 1).

Содержание тяжелых металлов в почве г. Темиртау

Элементы	Кларк литосферы	Кларк земной поверхности	Почва мира	ПДК	Пределы колебаний, мг/кг
As	—	—	—	2	4,8–15,3
Co	18	4	10	50	5–15
Cr	83	200	200	100	25–160
Cu	47	100	20	60	22,1–62,7
Mn	1000	900	850	—	780–4200
Pb	16	16	10	—	15–61,9
Zn	83	200	50	70	48–259
V	90	—	100	150	55–120
Ni	5,8	80	40	50	12–43
Be	3,8	—	6,0	50	1,4–7,0
Cd	—	0,13	—	—	—
Hg	—	0,070	—	2,1	—

Лабораторный контроль состояния почвенного покрова г. Темиртау позволяет констатировать его санитарно-гигиеническое неблагополучие, неблагоприятно влияющее на условия проживания населения.

При проведении эколого-гигиенического обследования почв была дана оценка химического загрязнения почвы по 17 показателям, в том числе на тяжелые металлы. Для этого город подвергли ранжированию по техногенной нагрузке (включая автотранспортные развязки). Территория точек отбора за номерами №№ 1–5 — проспект Республики; улица Комсомольская; улица Metallургов; улица Пирогова; шестой микрорайон (центр города). Точки отбора в почвах зоны влияния транспорта закреплены за номерами №№ 6–10: в пригородной зоне: «Правый берег»; автомагистраль «Алматы–Астана»; территория промышленного предприятия ТОО «Алаш». Точка отбора № 11 – дачи города Темиртау.

Анализ имеющихся данных показал, что наиболее интенсивно почвы загрязнены веществами, относящимися к первому и второму классам опасности: свинцом, цинком, медью и никелем. Так, доля неудовлетворительных проб составила по свинцу 19,3 %, цинку — 15,5 %. В то же время частота превышения ПДК по меди и никелю была 7,3 и 7,6 %.

Динамика загрязнения почвы в промышленной зоне города остается неблагоприятной по отношению к почве в селитебной зоне. В радиусе воздействия крупных промышленных объектов отмечаются существенные превышения ПДК по ряду тяжелых металлов. Например, в зоне влияния промышленного комплекса «МитталСтилл» содержание тяжелых металлов — меди, цинка, свинца, никеля — составляет от 1,8 до 7,5 ПДК. В почвах, отобранных в зоне влияния автомагистрали «Алматы–Астана», зарегистрированы концентрации, превышающие нормативы по тяжелым металлам (свинца — от 2 до 10 ПДК, никеля — от 4,6 до 6,3 ПДК) в 100 % проб. В зоне влияния автомагистрали промышленного предприятия ТОО «Алаш» в 100 % случаях отбора проб содержание свинца, цинка, ванадия превышает норматив (от 1,3 ПДК до 1,7 ПДК).

Одним из самых загрязненных районов по всем перечисленным ингредиентам является район ТЭЦ-2, где в 40 % проб обнаружен свинец в количествах, превышающих ПДК, в 46 % проб — цинк, в 26,7 % — никель. Выявлено несколько территориальных участков города и пригородной зоны, где отмечается интенсивное загрязнение почвы, в том числе:

- в городе: проспект Республики (свинец — 2,3 ПДК, медь — 5,5 ПДК); улица Комсомольская (свинец — 2,5 ПДК); улица Metallургов (свинец — 2 ПДК, медь — 3,6 ПДК, цинк — 1,6 ПДК); улица Пирогова (свинец — 2,9 ПДК); шестой микрорайон (медь — 7,5 ПДК, никель — 1,8 ПДК);
- в пригородной зоне: «Правый берег» (свинец — 3,9 ПДК, цинк — 1,8 ПДК); дачи (свинец — 6 ПДК, медь — 10 ПДК).

Высокое загрязнение почвы свинцом от выхлопных газов автотранспорта, достигающее от 2 до 10 ПДК, зарегистрировано на проспекте Республики.

По степени загрязнения нефтепродуктами наиболее загрязненным является район бывшего завода «Карбид», где среднегодовая концентрация составляет 735–737 мг/кг. Данные лабораторного контроля почвы на загрязнение ядохимикатами показывают их отсутствие в почве.

Для оценки уровней загрязнения почвенного покрова отдельными тяжелыми металлами был проведен расчет коэффициентов концентрации каждого поллютанта по формулам, рекомендованным Московским научно-исследовательским институтом им. Ф.Ф.Эрисмана.

В качестве фоновых приняты минимальные значения, повторяющиеся наибольшее число раз в пределах исследуемой территории, которые для цинка составили 1,5 мг/кг, свинца — 5,0 мг/кг, меди — 0,8 мг/кг, никеля — 1,0 мг/кг, кадмия — 0,2 мг/кг, марганца — 2 мг/кг. Одной из причин накопления цинка в почве является его способность сорбироваться минеральными и органическими компонентами, а также щелочная реакция среды.

Свинцом загрязнены территории всех районов города, причем критические концентрации тяготеют к главным автомагистралям города. Содержание свинца в почвах колеблется в диапазоне 0,2–286,0 мг/кг.

Загрязнение почв соединениями меди — это результат поступления из индустриальных источников. Возможно возникновение локальных аномалий меди в почвах в результате коррозии конструкционных материалов, содержащих сплавы меди (например, электрические провода, трубы). Для меди характерна локализация в верхнем слое почвы (10–15 см от поверхности), что отражает ее биоаккумуляцию, а также современное антропогенное влияние. Вариабельность концентрации меди на территории города составила 1,4–216,3 мг/кг.

Накопление никеля в почве в первую очередь может происходить за счет его способности сорбироваться оксидами Mn, Fe и органическими формами. Никель обнаруживается в почвах города в концентрациях 0,2–11,9 мг/кг.

Фиксации кадмия в почве способствует сдвиг pH почвы в щелочную сторону. Диапазон концентраций кадмия по городу составляет 0,2–1,42 мг/кг.

Поступающий из техногенных источников марганец обычно накапливается не в тонком поверхностном слое почв, а в подпочве. Причина низкого содержания марганца в верхних слоях почвы может заключаться в большом радиусе его рассеивания. Накопление марганца в почве может быть связано с pH среды и большим количеством органических комплексов. Диапазон колебаний составляет до 1,0 мг/кг.

Данные таблицы 2 показывают, что концентрация хрома и цинка выше ПДК только в точках усиленного техногенного загрязнения. Самый высокий коэффициент опасности у хрома — в 1,8 раза, у цинка — 1,4 раза, т.е. средняя концентрация этих металлов в исследуемых образцах превышает ПДК. Учитывая количественные содержания в отношении к санитарным нормам, видим, что практически во всех точках отбора коэффициент опасности по ванадию, никелю, меди, кобальту и бериллию меньше единицы. Это означает, что средняя концентрация этих элементов не превышает ПДК.

Таблица 2

Коэффициенты концентрации и опасности тяжелых металлов в почвах города Темиртау

Точка отбора №	Co		Cr		Cu		Mn		Pb		Zn		V		Ni	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	1,5	0,2	5,3	1,5	1,1	0,6	2,1	—	2,4	—	1,5	1,1	1,3	0,4	2,3	0,5
2	1,2	0,2	5,7	1,6	1,4	0,6	1,9	—	2,3	—	1,4	1,2	1,3	0,5	2,1	0,5
3	1,3	0,23	3,9	1,8	1,3	0,6	3,5	—	2,5	—	1,7	1,4	1,4	0,5	2,4	0,7
4	1,8	0,3	3,5	1,6	1,2	0,6	6,2	—	2,4	—	1,9	1,3	1,8	0,6	2,5	0,6
5	1,7	0,28	2,9	1,3	1,1	0,6	7,5	—	1,8	—	1,1	0,6	2,0	0,7	2,0	0,5
6	1,5	0,24	2,0	0,3	0,9	0,2	10,5	—	1,2	—	0,9	0,8	1,4	0,5	2,0	0,2
7	1,5	0,24	2,6	0,5	1,1	0,2	2,5	—	2,1	—	1,4	0,6	1,8	0,6	2,0	0,5
8	1,7	0,28	2,2	0,3	1,5	0,3	2,1	—	0,8	—	1,2	0,8	2,1	0,8	2,2	0,6
9	1,8	0,3	2,1	0,6	1,1	0,4	1,8	—	1,1	—	1,1	0,6	1,7	0,6	2	0,7
10	1,1	0,17	2,0	0,9	0,8	0,3	2,3	—	1,0	—	0,9	0,7	1,4	0,5	1,7	0,5
11	1,5	0,24	2,0	0,9	1,0	0,3	2,2	—	1,0	—	1,0	0,8	1,4	0,5	2,0	0,6

Примечание. I — коэффициент концентрации (K_c); II — коэффициент опасности (K_0).

Общеизвестно, что фоновые содержания, характеризующие исходные количества химических элементов обследуемых территорий, считаются естественным уровнем загрязнения. Полученные данные показывают (табл. 2), что в почве районов № 1–4 в исследуемых образцах среднее содержа-

ние свинца превышает фоновый уровень в 2,3–2,5 раза, цинка — в 1,4–1,9, хрома — в 3,5–5,7 раза. Самое высокое превышение фонового уровня идет по содержанию марганца в точках 4, 5, 6 — в 6,2; 7,5 и 10,5 раза соответственно. По всем обследованным образцам почвы наблюдается превышение фона по содержанию кобальта в 1,1–1,8 раза, меди — в 0,8–1,4 раза, ванадия — в 1,3–2 раза, никель распределен равномерно по всем исследуемым зонам, где превышение фонового уровня идет приблизительно в 2 раза. Исходя из данных таблицы 2 можем утверждать, что содержание этих элементов в почвенном покрове превышает естественный уровень загрязнения исследуемой территории.

Вывод. Город Темиртау представляет собой новую биогеохимическую зону, которая может негативно сказаться на состоянии здоровья населения. Для уменьшения территориальной миграции тяжелых металлов необходимо продолжать мониторинг почвенного покрова для проведения упреждающих мероприятий.

Список литературы

- 1 Дюсембаева Н.К., Мукашева М.А. Загрязнение почвы металлами как фактор риска возникновения нарушений репродуктивной функции организма // Гигиена, эпидемиология және иммунология. — 2004. — № 1–2. — С. 63–65.
- 2 Мукашева М.А. Оценка загрязнения городской территории по содержанию тяжелых металлов в почве // Гигиена, эпидемиология және иммунология. — 2004. — № 3. — С. 26–29.
- 3 Мукашева М.А. Экологическое обоснование математической модели поведения тяжелых металлов в почве // Здоровье и болезнь. — 2004. — № 8 (36). — С. 56–59.

М.А.Мұқашева, Д.В.Суржиков, Г.М.Тыкежанова,
Ш.М.Нұғыманова, А.Е.Қазимова, Г.Ж.Мұқашева

Өндіріс қаласы мысалында топырақтың техногенді ластануын бағалау

Темиртау қаласындағы өндірістік аймақ топырағының ластану динамикасы, селітебі аймақтың топырағына қарағанда, экологиялық жағымсыз болып отыр. Ірі өндіріс орындарының әсер ету радиусында ауыр металдар бойынша РШК көрсеткішінің артуы байқалады. Топырақтың қауіптілігі бірінші және екінші класқа жататын: қорғасын, мырыш, мыс және никель сияқты аса қауіпті ластанушы заттармен қарқынды ластанғаны анықталды. Сонымен, қорғасын бойынша қанағаттанбаған сынақ — 19,3 %, мырыш бойынша 15,5 % құрады. Сонымен қатар мыс пен никельдің РШК мөлшері — 7,3 % және 19,3 %, мырыштыкі 15,5 % құрады. Зерттелген аумақтың топырақ жабындысының құрамында осы ауыр элементтердің табиғи қалыпты деңгейден асып түсетіндігі байқалды.

M.A.Mukasheva, D.V.Surzhiikov, G.M.Tykezhanova,
Sh.M.Nugumanova, A.E.Kazimova, G.Zh.Mukasheva

Assessment of technogenic pollution of the soil on the example of the industrial city

The dynamics of contamination of soil in the industrial zone of city Temirtau remains unfavorable in relation to soil in by a guard zone. In the radius of influence of large industrial objects the substantial exceeding of MCL register on the row of heavy metals. It is educed, that most intensively soils are muddy the substances related to the first and second to the classes of danger: by lead, zinc, copper and nickel. So, the stake of unsatisfactory tests made on lead — 19,3 %, to zinc — 15,5 %. At the same time frequency of exceeding of MCL on a copper and nickel made 7,3 % and 7,6 %. The table of contents of these elements in a soil cover exceeds the natural level of contamination of the investigated territory.

References

- 1 Dyusembayeva N.K., Mukasheva M.A. *Hygiene, epidemiology and immunology*, 2004, 1–2, p. 63–65.
- 2 Mukasheva M.A. *Hygiene, epidemiology and immunology*, 2004, 3, p. 26–29.
- 3 Mukasheva M.A. *Health and an illness*, 2004, 8(36), p. 56–59.