

УДК 614.7:616-006.04 (470.55/58)

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ И КАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК ЗДОРОВЬЮ ЭКСПОНИРУЕМОГО НАСЕЛЕНИЯ ЦЕНТРА ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Антипанова Н.А.

Магнитогорский государственный университет

Подробная информация об авторах размещена на сайте

«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

В статье освещены вопросы загрязнения почв в условиях промышленного города с развитой отраслью черной металлургии и связанный с этим канцерогенный риск здоровью населения. Разработаны предложения по снижению канцерогенного риска, связанного с геохимическим загрязнением.

Введение

Огромное влияние на геохимические параметры загрязнения территорий современной урбанизированной среды промышленных центров оказывают вредные химические вещества атмосферного воздуха, которые осаждаются вблизи источников загрязнения и накапливаются на поверхности почвенного покрова, вследствие чего обуславливают его быструю антропогенную трансформацию [1-5]. Важнейшим аспектом экологической оценки состояния окружающей среды является изучение химического состава почв и анализ его изменения под влиянием антропогенной нагрузки.

Почва представляет собой открытую динамическую систему, связанную с окружающей средой потоками веществ и энергии. Поэтому все изменения в атмосфере, гидросфере, биосфере отражаются на составе, свойствах и плодородии почв. Аккумуляция загрязняющих веществ в самом поверхностном горизонте почвы – характерная особенность техногенного загрязнения [6]. Это обусловлено не только осаждением нерастворимых пылевых частиц на поверхности, но также и прочным связыванием поллютантов с органическими веществами и тонкодисперсными частицами почвы [2,4].

Следовательно, одной из задач при изучении распространенности экологически обусловленных форм онкологических заболеваний крупного промышленного центра черной металлургии Южного Ура-

ла являлась оценка геохимического загрязнения промышленного центра черной металлургии.

Методы исследования

Для выполнения поставленной задачи отбор проб почв на территории города осуществлялся в соответствии с ГОСТом 17.4.4.02-84. Оценка степени загрязнения проводилась по содержанию подвижных форм (никель, медь, свинец, цинк, хром, ртуть) в соответствии с МУ №4266-87 [11], МУ 2.1.7.730-99 [10] и ГН 2.1.7.020-94. Учитывая, что не на все контролируемые в почве вещества утверждены ПДК, нами были проведены сравнения концентраций с кларком [4] и пороговыми уровнями [6], что позволяет более адекватно дать экотоксикологическую оценку геохимического загрязнения селитебных территорий.

Оценка суммарного показателя химического загрязнения почв тяжелыми металлами (Z_c) проводилась в соответствии с руководством по санитарно-токсикологическому исследованию почв [18] и методическими указаниями В.В. Докучаева [5].

Идентификация канцерогенов в почве селитебных территорий города проводилась на основании ГН №1.1.795–798 [14], а также с использованием баз данных химических канцерогенов: Международного агентства по изучению рака (IARC) по состоянию на 26.03.03 г.; Интегрированной информационной системы о рисках (IRIS); Управления охраны окружающей среды США (U.S.NTP.); Национальной

токсикологической программы США (U.S.NTR) и Американская ассоциация правительственных индустриальных гигиенистов (ACGIH). Приоритетность канцерогенов определялась по критериям Методических рекомендаций [7]. Расчет доз проводился с учетом экспозиции населения к химическим веществам, загрязняющим почву согласно Методическим рекомендациям [9].

Модифицирование переноса канцерогенов между различными средами (атмосферный воздух, почва, вода, пищевые продукты) проводилось с использованием компьютерной программы «RISK** ASSISTANT» и методик Т.Е. McKone Т. Е., J.I. Daniels [19].

Для оценки канцерогенных рисков использовались два количественных параметра: фактор канцерогенного потенциала или фактор наклона зависимости «доза – ответ» (CPF или SF), единичный риск (UR) для питьевой воды (UR_w) и атмосферного воздуха (UR_a). CPS устанавливался раздельно для условий ингаляционного (CPF_i), перорального (CPF_o) и кожного (CPF_d) воздействия и использовался при оценке канцерогенного риска согласно Методическим рекомендациям «Применение факторов канцерогенного потенциала при оценке воздействия химических веществ» [8]. Ряд величин рассчитывался на основе экстраполяции данных с одного пути поступления на другой [13; 20].

Количественные параметры для оценки канцерогенных рисков были выко-

пированы из первичных документов: U.S. Environmental Protection Agency; Integrated Risk Information System; Environmental Criteria and Assessment Office; Office of Health and Environmental Assessment; Office of Research and Development; Cincinnati, 1993; Руководство 2.1.10. 1920-04 [17]. Оценка величин канцерогенных рисков проводилась по используемым Агентством по охране окружающей среды США и рекомендуемым в Руководстве 2.1.10. 1920-04 трем сигнальным уровням.

Результаты и их обсуждение

Проведенная в результате мониторинга идентификация канцерогенов в почве г. Магнитогорска за период 1999–2005 гг. выявила наличие бенз(а)пирена, кобальта, никеля, хрома, свинца.

Исследование концентраций канцерогенов и модификаторов химического канцерогенеза в почвах административных районов показало, что превышение уровня ПДК отмечается в отношении свинца, ртути, хрома и никеля в Правобережном районе города, где проживает большая часть населения; высокие концентрации хрома и мышьяка - в Левобережном районе – зоне основной промышленной застройки предприятиями черной металлургии, что доказывает их техногенное происхождение. Настораживают полученные высокие концентрации ртути в почвах всех административных районах города, особенно в Правобережном районе (табл.1).

Таблица 1. Среднегодовые концентрации (мг/кг) токсических и канцерогенных веществ в почвах города, 1999-2005 гг.

Химические вещества	ПДК	Результаты исследований в разных зонах забора проб:										Средняя концентрация по городу (M±t), p<0,05		
		Правобережный район		Орджоникидзевский район (п/ч,)		Орджоникидзевский район (п/ч, Ю-В)		Ленинский район		Санитарно-защитная зона		M	±	t
Бенз(а)пирен (валовые формы), мг/кг	0,02	7,18E-04	± 0,00	0,00E+00	± 0,00	2,18E-05	± 0,00	1,10E-04	± 0,00	0,00	± 0,00	0,000850	±	0,000429
Медь (подвижная форма), мг/кг	3	2,25	± 0,46	0,25	± 0,04	0,35	± 0,07	0,65	± 0,36	0,00	± 0,00	0,88	±	0,91
Мышьяк, мг/кг(подвижная форма)	10	4,64	± 1,62	0,00	± 0,00	18,22	± 4,13	0,00	± 0,00	27,53	± 8,59	11,43	±	2,23
Никель, мг/кг (подвижная форма)	4	5,73	± 2,25	2,90	± 0,42	5,76	± 1,45	3,45	± 1,20	19,42	± 2,26	4,46	±	1,70
Ртуть, мг/кг	5	11,50	± 1,05	4,46	± 1,66	6,45	± 0,82	4,76	± 1,06	0,00	± 0,00	6,79	±	3,69
Свинец (подвижная форма), мг/кг	6	26,25	± 3,10	6,80	± 3,81	2,30	± 1,11	3,43	± 1,21	82,50	± 16,66	9,69	±	2,68
Хром, мг/кг (подвижная форма)	6	8,65	± 2,65	0,00	± 0,00	26,90	± 2,05	0,00	± 0,00	28,25	± 7,35	17,78	±	3,71
Цинк, мг/кг (подвижная форма)	37	3,60	± 0,42	10,45	± 4,33	6,15	± 1,91	13,58	± 2,18	0,00	± 0,00	8,44	±	5,02
Zс по району		9,08	± 1,03	2,71	± 0,31	6,68	± 0,59	2,43	± 0,24	21,28	± 3,22	6,57	±	0,45

Настораживает дефицит содержания в почвах всех административных районов города необходимых для жизнедеятельности микроэлементов, особенно меди и цинка, среднегодовые концентрации которых по отношению к фоновому уровню по городу составили 67,8 % и 53,1 % соответственно, при минимальных концентрациях в почвах Правобережного и Ленинского районов. Выявленный дефицит эссенциальных элементов усугубляется присутствием тяжелых металлов, что на фоне имеющих геохимических особенностей почв создает опасность развития микроэlementозов у населения, потенцирующих воздействие канцерогенных и коканцерогенных факторов.

Анализ динамики среднегодовых концентраций химических веществ в почвах административных районов выявил тенденцию к росту концентраций никеля в Ленинском районе, свинца и кобальта в Ленинском и Правобережном районах и Орджоникидзевском левобережье города. При этом выявленные концентрации металлов практически не превышают уровни ПДК, но создают стабильную постоянную нагрузку, потенцирующую влияние других канцерогенов. Наблюдаемый максимальный уровень загрязнения почв свинцом в юго-восточной зоне левобережья объясняется близостью расположения склада привозных руд, являющегося его основным источником в данном районе города.

Характер долевого вклада хрома и мышьяка в уровень загрязнения почв Правобережного и Орджоникидзевского (л/ч) районов имеет сходные черты со структурой загрязнения санитарно-промышленной зоны, что доказывает их техногенное происхождение и незначительный ареал трансмиссии в окружающей среде. Наличие кобальта в почвах жилой застройки объясняется нахождением тепловых котелен и развитой сетью автотранспорта.

Суммарные показатели загрязнения почв (Z_c) показали максимально высокое канцерогенное загрязнение почв районов, находящихся вблизи промышленной зоны города – в селитебных зонах Орджоникидзевского левобережья ($Z_c = 6,79$) и Право-

бережном районе ($Z_c = 9,20$). Минимальная концентрация канцерогенов характерна для почв более удаленных от металлургического комбината районов города – Ленинском и Орджоникидзевском (п/ч), где регистрируется интенсивное загрязнение атмосферного воздуха органическими канцерогенами, которые в силу особенностей их физико-химических свойств распространяются на большие расстояния от их промышленного источника, что вероятно определяет и возможное загрязнение почв органическими канцерогенами и требует их обязательного контроля в данных районах города.

При этом имеющиеся геохимические особенности почв города – активный процесс выщелачивания почв, повышенное содержание кальция и органического вещества, малое количество осадков, резкие перепады температур и давления, низкая способность почвы к самовосстановлению, – обуславливают пониженную миграцию тяжелых металлов промышленного происхождения и более высокую реальную техногенную канцерогенную нагрузку почв селитебных зон, что определяет необходимость использования контроля не только их подвижных форм в данных районах города.

По результатам мониторинга был проведен расчет корреляционных зависимостей содержания канцерогенов в разных объектах окружающей среды и биологических средах (кровь, урина). Установлена достоверная прямая связь загрязнения почвы и водоемов от уровня загрязнения атмосферного воздуха ($r = 0,64$; $r = 0,46$), что косвенно подтверждает гипотезу о вторичном загрязнении почвы и водоемов, при первичном доминирующем загрязнении атмосферного воздуха. Доминирующее воздействие на загрязнение питьевой воды ($r = 0,96$) оказывает состояние почвы, что согласуется с геохимическими закономерностями; высокие концентрации канцерогенов в моче жителей промышленного города имеют статистически значимую зависимость от содержания канцерогенов в почве и питьевой воде ($r = 0,80$; $r = 0,73$), что определяет значимость контроля идентифицированных канцерогенов и модифи-

каторов химического канцерогенеза в данных средах города для здоровья населения.

Изучение характера поступления среднесуточных доз идентифицированных в почве канцерогенов и модификаторов химического канцерогенеза выявило приоритеты ингаляционного пути поступления для формальдегида и этилбензола (0,00003 мг/(кг·сут) и 0,0000001 мг/(кг·сут), соответственно), что определяется высокой их почвенной трансмиссией, и перорального поступления для свинца (0,0000002 мг/(кг·сут)), имеющего высокие концентрации содержания в продуктах питания населения города.

Последующий расчет уровня индивидуального канцерогенного риска здоровью (CR) с учетом среды поступления определил минимальную канцерогенную опасность почвы (0,03 %). При этом стоит учитывать значительную роль почвы в загрязнении приземного слоя атмосферы, определяющей максимальный канцерогенный риск для населения среди других объектов среды (40,7 %), и продуктов питания, загрязнение которых определило их долевое участие в суммарной канцерогенном риске, составившее 12,4 %.

Установленные особенности распределения канцерогенных рисков водных сред и почвы с максимальным участием формальдегида, мышьяка, хрома и свинца доказывают высокое геохимическое сходство данных компонентов к этим средам, что необходимо учитывать в разработке социально-гигиенических мероприятий по снижению канцерогенных рисков. Характер распределения полученных единичных рисков относительно питьевой воды и продуктов питания объясняется более глубокой почвенной трансмиссией таких канцерогенов как мышьяк, кадмий. Высокий канцерогенный риск свинца, содержащегося в продуктах питания объясняется высокой его биологической аккумуляцией.

Полученные результаты позволяют предложить ряд мер по снижению канцерогенного риска экспонируемого населения:

1. Обязательный систематический контроль за содержанием в почве формальдегида, хрома, мышьяка, бериллия,

кадмия – веществ, определяющих высокий канцерогенный риск;

2. Обязательный контроль почвы за содержанием свинца, бензола, бенз(а)пирена, никеля, в отношении которых установлены средней приоритетности канцерогенные риски, так как, экспериментально доказано, что при длительном введении канцерогена происходит сложение эффектов отдельных доз и теоретически безопасных доз канцерогенов не существует.

3. Повышение качества контроля канцерогенов путем использования коэффициентов трансмиссии, связанных с их физико-химическими свойствами при последующем прогнозировании содержания в объектах окружающей среды с использованием современных геоинформационных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Боев В. М., Воляник М. Н. Антропогенное загрязнение окружающей среды и состояние здоровья населения Восточного Оренбуржья / Екатеринбург: УрО РАН. 1995. С. 126.

2. Боев В.М., Куксанов В.Ф., Быстрых В.В. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные новообразования / В.М. Боев, В.Ф. Куксанов, В.В. Быстрых. М.: Медицина, 2002. С. 79–175.

3. Боев В.М. Антропогенное загрязнение окружающей среды и состояние здоровья населения Восточного Оренбуржья / В.М. Боев, М.Н. Воляник. Екатеринбург: УрО РАН, 1995. С. 126.

4. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.:Изд-во АН СССР, 1957.

5. Докучаев В. В. Методические указания для определения тяжелых металлов в почве города. М.: Почвенный институт, 1999.

6. Ковальский В.В. Геохимия среды и жизнь. М., 1982. С. 77.

7. Методические рекомендации. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Санэпидмедиа, ГУ НИИ ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сытина РАМН, Центр Госсанэпиднадзора в г. Москве, 2003. 56с.

8. Методические рекомендации. Применение факторов канцерогенного потенциала при оценке риска воздействия химических веществ. М.: Санэпидмедиа, ГУ НИИ ЭЧ и ГОС имени А. Н. Сысина РАМН, ММА им. И. М. Сеченова, Центр госсанэпиднадзора в г. Москве. 2003, 44с.
9. Методические рекомендации. Расчет доз при оценке риска многосредового воздействия химических веществ. М.: Санэпидмедиа, ГУ НИИ ЭЧ и ГОС имени А. Н. Сысина РАМН, ММА имени И. М. Сеченова, Консультационный Центр по оценке риска, Центр Госсанэпиднадзора в г. Москве, 2003, 28с.
10. Методические указания «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» МУ 2.1.7.730–99.
11. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами» № 4266–87.
12. Н.Н. Литвинов // Гигиена и санитария.1987. №7. С. 50.
13. Новиков С.М., Румянцев Г.И., Жолдакова З.И. и др. // Гигиена и санитария. 1998. № 1. С.29.
14. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека. ГН 1.1.795–798. Издание официальное. М.: Минздрав России, 1999. 23с.
15. Постановление Госстандарта СССР от 19.12.1984 N 4731 ГОСТ от 19.12.1984 N 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Охрана природы. Почвы: Сб. ГОСТов.- М.: ИПК Издательство стандартов, 2000 год
16. Ревич Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию // М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 263 с.
17. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals. Руководство 2.1.10. 1920-04. М. 2004. 144с.
18. Руководство по санитарно-химическому исследованию почвы. – М.: ГК Санэпиднадзор РФ, 1993,130с.
19. McKone T.E., Daniels J.I. // Regul. Toxicol. Pharmacol. 1991. Vol.13, N1.P.36.
20. Copeland T.L., Paustenbach D.J., Harris M.A., Otani J. // Regul. Toxicol. Pharmacol. 1993. Vol.18, N2. P.275.
21. De Vries W., Kros J., Voogd C.H. // Water, Air, and Soil pollut. 1994. Vol. 10, N 3–4. P. 407.

GEOCHEMICAL POLLUTION AND CARCINOGENIC HEALTH RISK OF EXPOSED POPULATION OF FERROUS INDUSTRY CENTER

Antipanova N.A.

Magnitogorsk State University

In article questions of pollution почв in conditions of industrial city with the advanced branch of ferrous metallurgy and the cancerogenic risk connected to it to health of the population are covered. Offers on reduction in the cancerogenic risk connected to geochemical pollution are developed.

