

СВИНЕЦ В ПОЧВАХ РОССИИ

В.В.Снакин, О.В.Рухович, И.В.Флоринский,

А.А.Присяжная, В.Р.Хрисанов

*Институт почвоведения и фотосинтеза РАН (ИПФС), г. Пущино
Российское экологическое федеральное информационное агентство (РЭФИА),
Москва*

Антропогенное загрязнение компонентов биосферы свинцом вызывает серьезную тревогу в связи с имеющимися данными о негативном воздействии свинца на здоровье населения, особенно детей. При этом почва, по мнению ряда исследователей (Toxicological Profile..., 1990; Орлова, 1995), является основным источником поступления свинца в организм как напрямую через пыль, так и косвенно через пищевые цепочки.

Тем не менее, реальные масштабы загрязнения почв в России неизвестны, несмотря на существующие серьезные источники такого загрязнения (промышленность, транспорт) и имеющиеся сведения о наличии серьезных нарушений здоровья как взрослых, так и детей вблизи промышленных предприятий, вы (с) брасывающих в биосферу различные соединения свинца (Ярушкин 1991; Ревич и др., 1997 и др.).

Настоящая работа выполнена в рамках подготовки "Доклада о свинцовом загрязнении окружающей среды Российской Федерации и его влиянии на здоровье населения" (1997) на основе собственных данных и широкого привлечения литературных и ведомственных материалов. Основные материалы по содержанию свинца в почвах представили: ЦИНАО (А.В.Кузнецов, И.Г.Платонов), НПО "Тайфун" (В.А.Сурнин, Е.Ф.Ковнацкий, А.И.Лобов), ИГ РАН (М.В.Глазов), ИПФС РАН (О.А.Соколов, В.Н.Башкин) и др. В целях сопоставимости анализируемого материала использованы только данные о содержании свинца в объектах окружающей среды, полученные атомно-адсорбционным методом.

Главными источниками загрязнения почв свинцом являются атмосферные выпадения как местного характера (промышленные предприятия, теплоэлектростанции, автотранспорт, добыча полезных ископаемых и др.), так и в результате трансграничного переноса. Для сельскохозяйственных почв имеет значение привнос соединений свинца с минеральными удобрениями (особенно фосфорными), а также вынос вместе с отчуждаемым урожаем. Так, при сельскохозяйственном использовании почв Центральной Нечерноземной зоны России только с фосфорными удобрениями в 1990 году поступило 29,7 т свинца (Черных, 1995).

Наибольшему загрязнению тяжелыми металлами подвергаются почвы и растения в радиусе 2-5 км от металлургических предприятий, в

радиусе 1-2 км от рудников и ТЭЦ и в полосе 0-50 (100 м) от автомагистралей. По данным работы (Евдокимова, 1985) в результате "сухих" выпадений из атмосферы, а также выпадений с осадками зона максимального загрязнения свинцом наблюдается до 10 -20 км от источника выбросов.

Тяжелые металлы, как правило, концентрируются в приповерхностном слое почвы 0-10 (20 см), где они присутствуют в форме обменных ионов и в необменной, прочно фиксированной почвенным поглощающим комплексом форме. Доля водорастворимой формы невелика; однако, при сильном загрязнении абсолютное количество водорастворимых ТМ становится самостоятельным экологически опасным фактором. В дальнейшем свинец может мигрировать в растения, поступать в реки и озёра в результате смыва и далее по трофическим цепочкам в живые организмы.

Существенное значение имеет также локальное загрязнение почв свинецсодержащими предметами (использованные аккумуляторы, обрывки кабелей со свинцовой оболочкой и др.). Последнее особенно заметно вблизи населенных пунктов, где непосредственное воздействие промышленности и автотранспорта может приводить к многократному превышению содержания свинца в почве величин предельно допустимых концентраций. Поэтому проблемы загрязнения почв сельскохозяйственных и селитебных территорий рассмотрены нами отдельно.

СВИНЕЦ В ПОЧВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

В настоящее время мониторинг антропогенного негативного воздействия на почвы сельскохозяйственных угодий ведут 32 центра и 71 станция агрохимической службы, а также 75 станций защиты растений Главхимзащиты Минсельхозпрода России. Они ведут комплексный агроэкологический мониторинг, объединяющий различные направления работ по обследованию почв сельскохозяйственных угодий: агрохимическое, токсикологическое, радиологическое, гербологическое. Система агроэкологического мониторинга включает закладку реперных участков с учетом всех природно-климатических и производственно-технологических условий для выявления многообразия факторов, определяющих степень плодородия и степень загрязнения почв сельскохозяйственных угодий и влияющих на сельскохозяйственное производство.

Как свидетельствуют результаты агроэкологического мониторинга агрохимической службы России, степень загрязненности почв сельскохозяйственных угодий свинцом относительно невысока (табл. 1). Среднее содержание валовых форм свинца в песчаных и супесчаных почвах составляет $6,8 \pm 0,6$ мг/кг, в почвах суглинистого и глинистого гранулометрического состава, имеющих кислую реакцию среды ($pH_{\text{кол}} < 5,5$), - $9,6 \pm 0,5$ мг/кг. Те же почвы, имеющие реакцию среды, близкую к нейтральной

(рНсол.>5,5), - $12,0 \pm 0,3$ мг/кг, что свидетельствует о накоплении валовых форм свинца в почвах с увеличением илистой и глинистой фракций. При уменьшении кислотности почвы происходит также увеличение концентрации свинца.

Таблица 1

Среднее содержание свинца в почвах реперных участков локально-агроэкологического мониторинга ЦИНАО, мг/кг

№ п/п	Почвы	Число участков	Средняя концентрация	Коэффициент вариации, %
1	Песчаные и супесчаные	68	6,75	8,6
2	Суглинистые и глинистые с рН < 5,5	197	9,60	4,8
3	Суглинистые и глинистые с рН > 5,5	470	12,0	2,2

Превышение ОДК¹ по содержанию свинца обнаружено только на одном реперном участке Московской области. Превышение уровня 0,5 ОДК выявлено на ряде реперных участков республики Тува, некоторых реперных участках Вологодской области и единичных в Карачаево-Черкесской республике.

По данным наших исследований, в различных сообществах Восточной Европы концентрация свинца в почвах изменяется от 5,6 мг/кг (Приокско-Террасный заповедник, Россия) до 550 мг/кг (деградированный ельник-черничник в горах Бескиды, Чехия).

СВИНЕЦ В ПОЧВАХ ГОРОДОВ РОССИИ

При оценке загрязнения почвы вокруг городов Российской Федерации в основном использовались данные, полученные в научно-производственном объединении "Тайфун" Росгидромета. В течение 20 лет сетевыми лабораториями Росгидромета было обследовано загрязнение почвы свинцом и другими тяжёлыми металлами вокруг более 110 населённых пунктов Российской Федерации. Наибольшие уровни содержания свинца в почве наблюдали в 5-ти километровой зоне вокруг предприятий цветной металлургии.

¹ В качестве величин ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) свинца использовались согласно (Гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.020-94, 1995) следующие величины: песчаные и супесчаные почвы - 32 мг/кг, кислые суглинистые и глинистые - 65 мг/кг, близкие к нейтральным и нейтральные суглинистые и глинистые с рН >5,5 - 130 мг/кг (валовое содержание с учетом фона).

Таблица 2

Содержание свинца в почвах вблизи предприятий разного профиля
(Янин, 1993)

Тип производства	Характер предприятия	Среднее содержание свинца, мг/кг	Kс - концентрация по сравнению с фоновой
Черная металлургия	Опытный завод по производству легированных сталей	130	5
Цветная металлургия	Завод по производству цветных металлов	1612	62
Приборостроение	Аккумуляторное производство	364	14
	Радиотехническое	130	5
	Электротехническое	390	15
Машиностроение и металлообработка	Точное	692	32
	Тяжелое	260	10
	Легкое	312	12
	Завод бытовых изделий	156	6
Химическая промышленность	Производство пластмасс	52	2
	Лакокрасочное производство	78	3
	Коксохимия	52	2
	Производство полупродуктов органического синтеза	52	2
Производство стройматериалов	Цементный завод	27	1
	Стекольный завод, производящий сортовую хрустальную посуду	76-180	3-7

В дальнейшем эти данные наряду с рассмотренными в предыдущем разделе легли в основу картографического представления степени загрязнения почв России свинцом.

Концентрирование соединений свинца в зонах влияния промышленных предприятий сказывается как собственно на состоянии почв, так и на всех компонентах экосистем. Как следует из таблицы 2, концентрации свинца в почвах в зоне влияния металлургических предприятий в десятки раз превышают фоновые и даже в зоне воздействия исторического хрустального производства могут достигать сотен миллиграммов на килограмм, что особенно опасно для бедных гумусом почв легкого гранулометрического состава, практически беспрепятственно пропускающих соединения свинца в горизонты грунтовых вод.

КАРТА СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Карта содержания свинца в почвах (см. вкладку) была составлена на основе данных по содержанию свинца в почвах: 1) вне населенных пунктов и 2) в пределах населенных пунктов. Данные по содержанию свинца каждого объекта с определенными географическими привязками

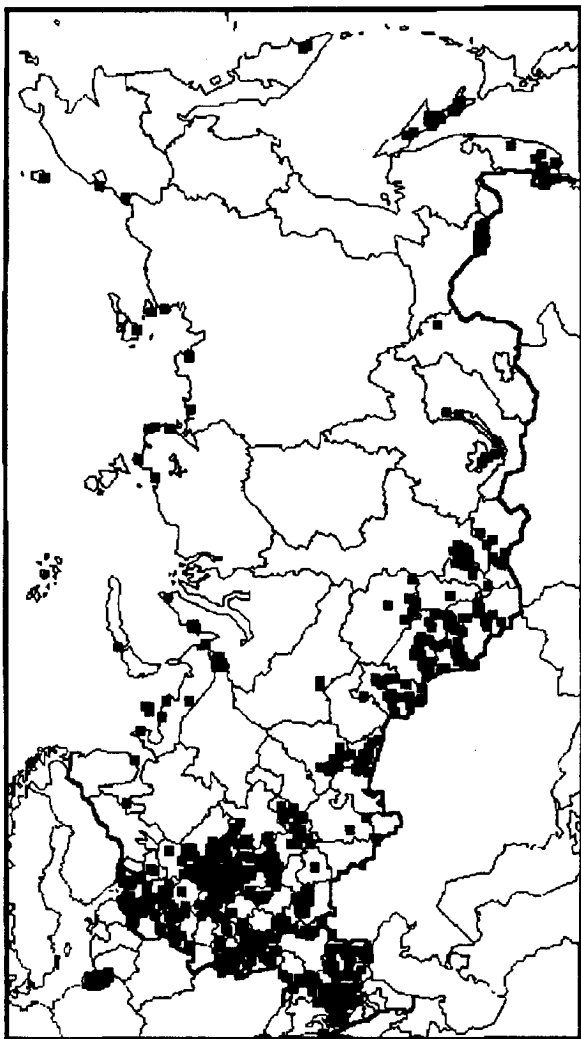


Рис. 1. Распределение данных по содержанию свинца в почвах по территории России.

были нанесены на карту территории России: около 1000 точек по содержанию свинца в почвах вне населенных пунктов и около 120 усредненных данных по городам России. При составлении карты использовалось геоинформационное программное обеспечение "Ecoart" и "Geoplane" (разработаны Г.Л. Андриенко и Н.В. Андриенко, ПушГУ), а также система анализа геометрических характеристик рельефа "Landlord 2.0" (Флоринский и др., 1995).

Рис. 1 показывает распределение имеющихся данных по содержанию свинца в почвах территории России, которое свидетельствует о неравномерности изученности территории страны по этому показателю, особенно в районах Восточной Сибири.

В соответствии с имеющимися данными выделено 5 градаций по содержанию свинца в почвах внеселитебных территорий (условно называемых "фоновыми"): до 10 мг/кг, 10-20 мг/кг, 20-30 мг/кг, 30-40 мг/кг и 40-50 мг/кг. Данные по содержанию свинца в почвах селитебных территорий были разбиты на шесть градаций: 1) до 10 мг/кг; 2) 10-32 мг/кг; 3) 32-64 мг/кг; 4) 65-160 мг/кг; 5) 160-320 мг/кг; 6) 320-1800 мг/кг.

Кроме этого на карте отображены территории, в пределах которых наиболее вероятно аномальное содержание естественного свинца в почвах вдоль разломов земной коры, а также месторождения свинца (Металлогеническая карта..., 1971). Выделение собственно геохимических аномалий по содержанию свинца в почвах на карте масштаба 1:20 000 000 технически невозможно, так как эти аномалии локализованы над зонами разломов и имеют характерные размеры по ширине порядка 10-20 м.

Области с низким содержанием свинца (до 10 мг/кг) занимают около 28% территории России преимущественно в северо-западной ее части. В пределах выделенного района преобладают дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы, развитые на моренных отложениях, а также кислые подзолистые почвы, обедненные микроэлементами, много заболоченных земель.

Область с содержанием свинца в почвах 10-20 мг/кг занимает самую большую часть России (около 61%) и характеризуется большим разнообразием типов почв: дерново-подзолистые, дерново-подзолисто-глеевые, торфяно-болотные, серые лесные и др.

Территории с содержанием свинца в почвах 20-30 мг/кг (примерно 7%) представлены различного типа черноземами, а также дерново-подзолистыми, серыми лесными и другими почвами. Относительно высокое содержание свинца в этих почвах связано как с их свойствами, так и с его поступлением в окружающую среду с отходами промышленных предприятий и за счет сосредоточения транспорта.

Области с содержанием свинца 30-40 мг/кг и 40-50 мг/кг очень невелики по площади (3,9% и 0,2% соответственно) и выделяются на юж-

ном Урале, в Читинской и Ростовской областях, а также в районе Кавказского государственного биосферного заповедника. Высокое содержание свинца в этих районах обусловлено как проявлением естественных геохимических аномалий, рудопроявлениями, так и воздействием крупных промышленных предприятий.

Содержание свинца в почвах населенных пунктов значительно более высокое. Из представленных на карте (см. вкладку) сведений по 120 городам России в 80% случаев имеются существенные превышения ОДК содержания свинца в почве. Более 10 млн. городских жителей контактируют с почвой, имеющей в среднем превышение ОДК по свинцу. Население целого ряда городов подвергается воздействию средних концентраций свинца в почве, более чем в 10 раз превышающих ОДК: Ревда и Кировград Свердловской области; Рудная пристань, Дальнегорск и Владивосток в Приморском крае; Комсомольск-на-Амуре Хабаровского края; Белово в Кемеровской области; Свирск, Черемхово в Иркутской области и др. В большинстве городов содержание свинца изменяется в пределах 30–150 мкг/кг при среднем значении около 100 мкг/кг.

Многие города, имея “благополучную” среднюю картину по загрязнению свинцом, существенно загрязнены на значительной части своей территории. Так, в Москве концентрация свинца в почве варьирует от 8 до 2000 мг/кг. Наиболее загрязнены свинцом почвы в центральной части города, в пределах окружной железной дороги и вблизи нее. В концентрациях, превышающих ОДК, загрязнено свинцом более 86 км² территории города (8%). При этом в тех же местах, как правило, присутствуют и другие токсичные вещества в превышающих ПДК концентрациях (кадмий, цинк, медь), что значительно усугубляет ситуацию вследствие их синергизма (О состоянии окружающей ..., 1996).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание свинца в почвах на территории России существенно варьирует в зависимости от типа почвы, близости промышленных предприятий и естественных геохимических аномалий и вне населенных пунктов редко, где приближается к величинам ОДК. В тоже время в почвах селитебных территорий, особенно связанных с использованием и производством свинецсодержащих продуктов, содержание свинца часто в десятки и более раз превышает соответствующие величины ОДК.

Таким образом, для территории России проблема загрязнения почв свинцом - преимущественно проблема селитебных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.020-94. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах (Дополнение N1 к перечню ПДК и ОДК N6229-91)//Нормативная документация по контролю за содержанием тяжелых металлов в почвах. М.: ЦИНАО, 1995. 8 с.
2. Доклад о свинцовом загрязнении окружающей среды РФ и его влиянии на здоровье населения/Под ред. В.В.Снакина. М.:РЭФИА, 1997. 232 с.
3. *Евдокимова Г.А.* Миграция загрязняющих веществ в почве и сопредельных средах // Тр. Ш Всесоюзного сов./ Под ред. С.Г.Малахова и др. Л.: Гидрометеозидат, 1985. 121.
4. Металлогеническая карта СССР. М 1:2500000 / Под ред. В.Г.Грушевого и др. Л.: ВСЕГЕИ, 1971. 16 с.
5. О состоянии окружающей природной среды Москвы в 1994 г. Государственный доклад. М.: РЭФИА, 1996. 211 с.
6. *Орлова А.О.* Свинцовое загрязнение в России: проблемы и пути решения//Материалы рабочего совещания МВК по экологической безопасности, 22 мая 1995г.
7. *Ревич Б., Быков А., Ляпунов С.* и др. Свинец и здоровье детей - опыт двух исследований: г.Белово (металлургический завод) и г.С.-Петербург (производство аккумуляторов)//Состояние здоровья детей на территориях, загрязненных свинцом. Проблемы биологического мониторинга. Оценка риска. Профилактика и лечение. Материалы Российско-Американского семинара. М., 1997.
8. *Флоринский И.В., Грохлина Т.И., Михайлова Н.Л.* LANDLORD 2.0: система анализа и картографирования геометрических характеристик рельефа // Геодезия и картография, 1995, N 5. 46-51.
9. *Черных Н.А.* Закономерности поведения тяжелых металлов в системе почва-растение при различной антропогенной нагрузке. Автореферат дисс. на соискание уч.ст. докт. биол. наук. М.,1995.
10. *Янин Е.П.* Экологическая геохимия горнопромышленных территорий. Обзор. Вып.27 М., 1993.
11. *Ярушкин В.Ю.* Гигиена окружающей среды и здоровье детского населения в районах размещения пиromеталлургического производства цинка. Автореферат дисс. канд. мед. наук. Иркутск, 1991.
12. Toxicological Profile for lead // Syracuse Research Corporation for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S.Public Health Service in collaboration with U.S.EPA, ATSDR/TR-88/17, 1990. 4-121.