

УДК 551.114(0758) + 553 + 666.32/36

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВАЛОВОГО СОДЕРЖАНИЯ  
И СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ КАДМИЯ  
В ПОЧВАХ ГУБКИНСКО-СТАРООСКОЛЬСКОГО  
ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА\***

*Л.Ф. Голдовская-Перистая, А.И. Везенцев,  
Н.А. Сиднина, Е.С. Зеленцова  
г. Белгород*

В настоящее время актуальной является проблема загрязнения почвы тяжелыми металлами. Главным природным источником тяжелых металлов (ТМ) являются породы (магматические и осадочные) и породообразующие минералы. Многие минералы в виде высокодисперсных частиц включаются в качестве аксессуарных в массу горных пород. Породообразующие минералы содержат также рассеянные элементы в качестве изоморфных примесей в структуре кристаллических решеток, замещая макроэлементы с близким ионным радиусом. Так, Na и Fe могут быть замещены на Cd.

По литературным данным, средняя концентрация Cd в земной коре составляет около 0,1 мг/кг. Однако в осадочных породах присутствуют более высокие уровни: морские фосфаты часто содержат 15 мг/кг. На фоновых пространствах вдали от рудных тел концентрация кадмия на поверхности почвы обычно составляет 0,1 – 0,4 мг/кг. Средняя концентрация кадмия в невулканической почве колеблется от 0,01 до 1 мг/кг, однако в вулканическом грунте были обнаружены уровни, достигавшие 4,5 мг/кг [1].

В результате техногенного воздействия содержание Cd в почве вблизи металлургических производств может достигать 160 мг/кг. Самые высокие уровни Cd обнаружены в отработанных районах горных работ, они достигали 468 мг/кг [1].

В Белгородской области одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды является горно-металлургический комплекс КМА [2,3]. В последние годы появились публикации о техногенном загрязнении Губкинско-Старооскольского промышленного района, например, статья В.Н. Анисимова с соавторами (Академия Горных Наук РФ, 2001 г.) «Пути решения геоэкологических проблем безопасной эксплуатации горно-металлургического комплекса КМА»; материалы Регионального отделения КМА Академии Горных Наук РФ (Научно-производственный Центр «Экоресурсы», 2001 г.) «Особенности техногенного загрязнения Губкинско-Старооскольского промышленного узла».

В Губкинско-Старооскольском промышленном районе сконцентрировано 185 промышленных предприятий, в том числе таких крупных, как Лебединский горно-обогатительный комбинат (ЛГОК), шахта им. Губкина, Оскольский электрометаллургический комбинат (ОЭМК), Губкинская ТЭЦ, Оскольский цементный завод и др. По литературным данным, суммарные выбросы вредных веществ промышленными объектами достигают 100 тыс. тонн в год.

В Губкинско-Старооскольском районе сформировалась зона аномального загрязнения воздуха и почвы эллипсоидной формы размером до 40 км по длинной оси. В центральной части этой зоны выпадает больше 4 тонн на 1 га в год пыли. Нарушен режим подземных вод в радиусе до 40 км по верхнему водному горизонту.

\* Работа поддержана грантом БелГУ № ВКГ 018-05

По данным НИИ КМА, в результате пылевых выбросов, особенно связанных с буровыми работами, происходит техногенное загрязнение почв Губкинского-Старооскольского района. Формируются три зоны техногенного воздействия на агроландшафт: центральная зона максимального воздействия с радиусом влияния до 3 км и модулем техногенной нагрузки 750 – 1050 кг/га и более в год; периферическая зона умеренного воздействия с радиусом от 3 – 7 до 12 – 15 км и модулем техногенной нагрузки 165 – 750 кг/га в год; удаленная зона слабого влияния с радиусом 25 – 40 км и модулем техногенной нагрузки менее 165 кг/га.

Есть сведения, что в пыли, осевшей на снеговой покров в районе ЛГОКа, концентрация кадмия превышает кларковую концентрацию (Кк) в несколько раз: в центральной зоне (до 3-х км) более, чем в 10 раз; в удаленной зоне (24- 30 км) – в 2 раза. Обращает на себя внимание высокая концентрация кадмия, превышающая Кк в 45 раз в периферической зоне с радиусом от 11 до 17 км от ЛГОКа. Последние данные вызывают сомнения и не находят пока научного объяснения.

Совместное негативное влияние пылевых выбросов и сброса сточных вод привело к существенному загрязнению почв территорий Оскольского рудного района, в том числе используемых в сельскохозяйственном обороте. В целом по району содержание кадмия в 1,3 раза превышает фоновые значения для черноземов.

На расстоянии 7-15 км от ЛГОКа в почвах отмечены вышекларковые концентрации Cr (7,8), Co (1,8), Pb (1,7), а также Zn и Cu; повышенные концентрации Cd (до 2,2 Кк) прослеживаются от ЛГОКа на расстоянии до 40 км.

Обобщая литературные данные по техногенному загрязнению сельскохозяйственных растений, можно сказать, что наиболее распространенными элементами-токсикантами в Губкинского-Старооскольском районе являются свинец, цинк, никель, медь, железо и марганец, реже встречаются хром, кобальт, ванадий, титан, а также кадмий, бор и барий.

Целью настоящей работы является сравнительное исследование валового содержания и содержания подвижных форм кадмия в почвах Губкинского-Старооскольского промышленного района.

Работы по исследованию кадмия в компонентах биосферы представляются весьма важными, так как этот элемент относится к числу наиболее опасных тяжелых металлов. Он обладает способностью накапливаться в организме. Кадмий в виде белкового комплекса в наибольшей степени концентрируется в коре надпочечников. Одним из отрицательных последствий накопления кадмия является тяжелое поражение почек. Кадмий способен повышать кровяное давление. Он замещает кальций в костях, что вызывает их хрупкость и ломкость и другие отрицательные последствия [4].

Определение кадмия проведено методом атомно-абсорбционной спектрометрии по стандартной методике ЦИНАО [5]:

- валовое содержание ТМ – химическим разложением проб азотной кислотой (1:1);
- подвижные кислоторастворимые формы – экстракцией 1Н азотной кислотой;
- подвижные, доступные растениям формы – экстракцией ацетатно-аммонийным буферным раствором (ААБ) с рН – 4,8.

Последний экстрагент принят агрохимической службой для извлечения доступных растениям микроэлементов. Определение подвижных, доступных растениям форм тяжелых металлов является особенно экологически значимым, так как именно эти формы поступают из почвы в растения и определяют их пригодность в качестве корма для животных и продуктов питания для человека.

Валовое содержание кадмия было определено в нескольких десятках образцов почвы Губкинского-Старооскольского промышленного района. Оно варьировало в пределах 0,2 – 0,6 мг/кг. По литературным данным, фоновое значение кадмия для почв мира составляет 0,5 мг/кг [5]. Из сравнения экспериментальных данных с этим значением следует, что валовое содержание кадмия в большинстве исследованных почв было не выше фонового и только в отдельных случаях несколько превышало его и составляло 0,6 мг/кг.

Для пяти образцов почвы было проведено более подробное исследование, определено не только валовое содержание кадмия, но и содержание его подвижных кислоторастворимых и подвижных, доступных растениям форм. Результаты представлены в таблице.

Таблица

**Валовое содержание и содержание подвижных форм кадмия  
в почвах Губкинского-Старооскольского промышленного района**

| № п/п | Маркировка образца     | Содержание, мг/кг |                                    |                                      |
|-------|------------------------|-------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
|       |                        | Валовое           | Подвижные кислоторастворимые формы | Подвижные, доступные растениям формы |
| 1     | К-8-05                 | 0,43              | 0,23                               | Не обн.                              |
| 2     | ЛВД – 1                | 0,44              | 0,24                               | Не обн.                              |
| 3     | 129                    | 0,48              | 0,32                               | 0,20                                 |
| 4     | К-7-07                 | Не обн.           | Не обн.                            | Не обн.                              |
| 5     | К-7-05 ЮЗ              | Не обн.           | Не обн.                            | Не обн.                              |
|       | ПДК (ОДК), мг/кг [6,7] | 2,0               | 2,0                                | 0,5 – 2,0*                           |

\*В зависимости от типа почв

Первые три образца (К-8-05, ЛВД-1 и 129) представляют собой верхний плодородный слой почвы; образцы К-7-05 и К-7-05 ЮЗ – это глины Сергиевского месторождения Губкинского района.

Валовое содержание кадмия не превышает предельно допустимую концентрацию (2,0 мг/кг) [6, 7] для нейтральных и близких к нейтральным (суглинистых и глинистых) почв с  $pH_{KCl} > 5,5$ , к которым относятся большинство почв Белгородской области [8].

Содержание подвижных форм кислоторастворимых форм кадмия в исследованных образцах составляет 0,23-0,32 мг/кг, что также не превышает ПДК(ОДК) для этого металла [6, 7]. Подвижные, доступные растениям формы кадмия обнаружены только в одном образце и в концентрации меньшей ПДК(ОДК) [6, 7].

В глине Сергиевского месторождения кадмий не обнаружен ни в одной из форм. Сравнительная оценка различных методов экстракции позволяет отметить, что степень извлечения кадмия с помощью 1 Н раствора азотной кислоты составляет более 50% от его валового содержания, определяемого путем разложения проб азотной кислотой (1:1).

Ацетатно-аммонийный буферный раствор с  $pH = 4,8$  в большинстве случаев не извлекает кадмий, только из одного образца степень извлечения кадмия составила порядка 40 % от валового содержания.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Почвы Губкинского-Старооскольского промышленного района не загрязнены кадмием, его содержание не превышает предельно допустимых концентраций.

2. В глине Сергиевского месторождения Губкинского района кадмий не обнаружен.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Добсон, С. Кадмий : экол. аспекты / С. Добсон. – М. : Изд-во ВОЗ, 1994. – 160 с.
2. Иванченко, А. М. Состояние окружающей среды в зоне техногенного влияния горных предприятий Губкинского-Старооскольского района КМА / А. М. Иванченко, М. А. Дергилев // Горный журнал. – 1998. – № 9. – С. 57-59.
3. Мартинсон, Н. М. Воздействие промышленных предприятий КМА на экологическое состояние региона / Н. М. Мартинсон, А. Н. Стифеев // Горный журнал. – 1998. – № 9. – С. 55-56.
4. Голдовская, Л. Ф. Химия окружающей среды : учеб. для вузов / Л. Ф. Голдовская. – М. : Мир, 2005. – 296 с.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1992. – 61 с.
6. МУ 2.1.7.730-99. Гигиенические требования к качеству почвы населенных мест : Постановление Гл. гос. сан. врача РФ от 05.02.1999. – М. : Департамент санэпиднадзора М-ва здравоохранения РФ, 1999. – 30 с.
7. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах с различными физико-химическими свойствами (валовое содержание, мг /кг). – М. : Госкомсанэпиднадзор России, 1995. – 7 с.
8. Виноградский, Н. А. Почвы Белгородской области / Н. А. Виноградский // Агрохимия. – 1982. – № 9.