

УДК 502.3 + 550.4 (476.5)

В.Л. Федотов, С.И. Кулиев, А.Е. Бедарик

Эколого-геохимические особенности поведения марганца, меди и цинка в промышленной зоне г. Новополоцка

Основными путями негативного воздействия человека на природу являются загрязнение окружающей среды бытовыми и промышленными отходами, аэрозольными выбросами и неочищенными стоками химических производств, неграмотное применение химических средств защиты растений, чрезмерное использование минеральных удобрений [1].

Поэтому в городах с развитыми химической и нефтехимической промышленностью, машиностроением и стройиндустрией возникают конфликтные экологические ситуации, связанные с избыточным поступлением в окружающую среду вредных веществ органической и неорганической природы. Среди последних особое место занимают соединения тяжелых металлов. В настоящее время в атмосфере отмечается наличие летучих соединений этих элементов техногенного происхождения и газопылевых выбросов, содержащих

эти металлы – происходит повсеместное загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами посредством их постепенного осаждения или поступления в почву с атмосферными осадками, и поэтому проблема избыточного накопления этих элементов в почвах стоит наиболее остро. Остроты этой проблеме придает еще и тот факт, что почва в значительной степени способна иммобилизовать соединения металлов за счет процессов сорбции, реакций гидролиза, осаждения на органических и неорганических компонентах почвенно-поглощающего комплекса, а это может привести к повышению предельно допустимой концентрации (ПДК) этих элементов, что окажет негативное воздействие на растения, животных и, несомненно, человека. Содержание некоторых тяжелых металлов в пределах ПДК является обязательным условием нормального роста растений, т.к. они играют очень важную биологическую роль: входят, как правило, в состав ферментов, регулирующих важные биохимические процессы.

Загрязнение окружающей среды ионами тяжелых металлов очень опасно из-за длительного последствия, а часто и невозможности очистки почвенного покрова от их избытка, что может привести к формированию биогеохимически аномальных зон с деградацией природных экосистем. Природоохранительными организациями в основном производится контроль за содержанием тяжелых металлов в почвах в черте города, при этом чаще всего объектом контроля являются кадмий и свинец, т.к. их соединения наиболее канцерогенны, при этом недостаточно уделяется внимания изучению других тяжелых металлов, в т.ч. таких, как медь, марганец, цинк.

Исходя из вышеизложенного, задачей настоящего исследования явилось изучение содержания в почве марганца, меди и цинка в промышленной зоне г. Новополюцка, а также выявления тенденции изменения содержания этих металлов в почвах по мере удаления от предполагаемого источника выбросов – нефтеперерабатывающего завода "Нафтан".

Для этого были отобраны образцы почв непосредственно на самом предприятии и на удалении 1; 3; 5 и 10 км от него в северо-западном направлении. При этом были взяты столбики почвы на 50 см в глубину, т.е. включающие гумусовый и подзолистый горизонты.

Подготовка образцов почвы к анализу проводилась с учетом требований, предъявляемых при определении микроэлементов [2].

Определение подвижных форм марганца, меди и цинка проводилось в вытяжке 1h HCl атомно-абсорбционным методом. Валовое содержание этих элементов в почве определялось на рентгено-сканирующем кристаллодифракционном спектрометре (спектроскане) непосредственно из сухих образцов измельченной почвы. Полученный цифровой материал был обработан методами математической статистики [3].

Для более полного и глубокого изучения закономерностей поведения металлов в почве необходимо учитывать ее агрохимические свойства. Почвы взятых образцов являются дерново-подзолистыми нормального увлажнения и близкими по механическому составу, что позволило проводить сравнение анализируемых показателей. В почвенных образцах также определялось содержание гумуса по Тюрину и величина обменной кислотности в солевой вытяжке потенциометрическим методом.

Полученные данные по содержанию в почве марганца, меди и цинка выявляют общую закономерность в их геохимии – миграции, аккумуляции (рис.).

Среднее валовое содержание марганца в исследованных образцах почвы колеблется от 599 мг/кг на территории предприятия, что составляет меньше половины ПДК (1500 мг/кг [4]) этого элемента в почвах, до 325 мг/кг в 10 км от него. Общее падение концентрации марганца в почве при удалении на 10 км

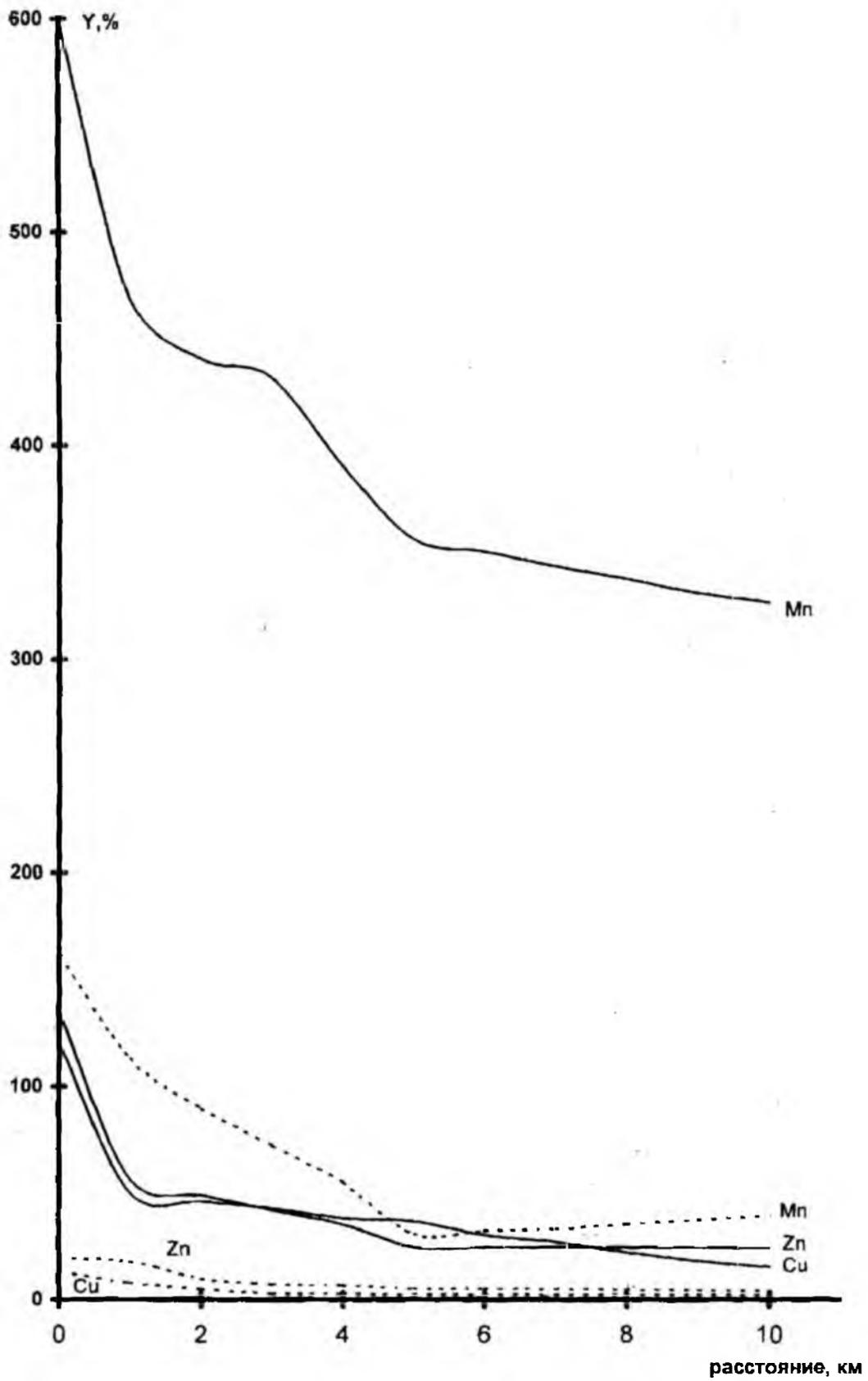


Рис. Содержание валовых и подвижных форм марганца, меди и цинка в образцах почвы
 Условные обозначения: — валовое содержание металлов;
 — содержание подвижных форм металлов.

от завода составляет в среднем 274 мг/кг, что свидетельствует о значительном поступлении марганецсодержащих соединений в атмосферу в составе выбросов предприятия. Как видно на рисунке, резкое падение концентрации металла в почве наблюдается в пятикилометровой зоне, а далее – несколько выравнивается. Это позволяет предположить, что основная масса соединений этого металла поступает в почву из атмосферы именно в этой зоне. Средние содержания этого элемента в образцах почв, отобранных в 5 и 10 км от завода, близки, но их значение превышает фоновое содержание марганца для почв Витебской области (200мг/кг) и кларк для почв Беларуси (268 мг/кг [5], [6]). Поэтому говорить об отсутствии загрязнения этой зоны нельзя, а можно лишь констатировать снижение его поступления в почву на данном удалении от источников выбросов.

Почти аналогичная картина имеет место в тенденции изменения содержания подвижных форм – ионов Mn^{2+} , которые поглощаются растениями. Но здесь имеется отклонение последней точки графика, т.е. содержание мобильного Mn^{2+} в образцах почв с 10 км расстояния выше, чем с 5 км. Это объясняется агрохимическими характеристиками этих почв. Почва с 10-километрового расстояния более кислая, что способствует образованию ионов Mn^{2+} . В остальном наблюдается тенденция снижения усваиваемого растениями марганца по мере удаления от завода, где отмечено максимальное содержание данных форм (в среднем 162 мг/кг).

У растений при повышенном поступлении марганца возникают различные заболевания, т.к. он способен замещать железо в ферментах, в результате чего последние перестают выполнять свою функцию [7]. Некоторые ученые указывают, что избыточное количество этого элемента может привести к гибели озимых посевов. При этих условиях марганец, наряду с алюминием и железом, нарушает углеводный обмен в них [8]. При длительном воздействии избытка марганца на организм животного нарушаются половые функции в течение беременности, поражается центральная нервная система, возникают марганцевая пневмония цирроз печени; нарушение соотношения марганца с азотом, калием и кальцием может привести к раку пищевода и желудка [9].

Среднее содержание меди на территории предприятия составляет 121 мг/кг, что превышает значение ПДК (55мг/кг) в 2,2 раза (таблица). Во всех

Таблица

Среднее содержание ($M \pm m$) валовых и подвижных форм марганца, меди и цинка в почве

Химич. элементы	Формы элементов	Места взятия почвенных образцов				
		предприятие	1 км	3 км	5 км	10 км
Mn	валовый	599,6±11,7	465,8±6,0	431,2±9,2	356,0±8,8	325,5±2,8
	подвижный	162,1±8,0	113,1±1,9	72,6±0,2	30,6±0,1	39,1±0,1
Cu	валовый	120,9±4,4	50,2±2,3	42,7±2,7	36,4±1,9	15,2±0,5
	подвижный	13,3±0,4	8,1±0,8	3,0±0,1	2,4±0,1	2,1±0,1
Zn	валовый	135,0±2,6	56,7±2,9	41,7±2,9	24,6±0,8	24,3±0,6
	подвижный	19,8±0,2	17,8±0,3	7,2±0,1	5,2±0,1	4,0±0,1

остальных образцах почв содержание меди меньше этого значения. Но, как и в случае с марганцем, сопоставление этих концентраций со значением ПДК не дает реальной картины загрязнения. Поэтому для сравнения лучше подойдет общее содержание меди в дерново-подзолистых почвах, которое составляет по максимуму 18,5 мг/кг [6]. В этом случае видно, что только в образцах почв, отобранных в 10 км от завода, содержание меди находится в пределах нор-

мы для дерново-подзолистых почв. Во всех остальных образцах наблюдается превышение этого значения. Поэтому можно констатировать, что загрязнение почв медьсодержащими соединениями происходит в пределах 10 км. При этом, судя по тенденции изменения концентрации меди в почвах, основная их масса оседает в километровой зоне, где отмечено падение средних значений концентраций меди от 121 мг/кг до 5 мг/кг, т.е. более, чем в 2 раза. Уменьшение содержания меди в 10-километровой зоне составляет в среднем 105,73 мг/кг, что в 2,6 раза меньше падения содержания марганца. Это позволяет предположить, что в выбросах содержится значительно большее количество марганца, нежели меди.

Аналогичная картина имеет место и в изменении концентраций, доступных растениям ионов меди Cu^{2+} . Больше всего подвижных форм этого металла в почве на территории предприятия – в среднем 13,3 мг/кг, что в 4,4 раза превышает значение ПДК (3 мг/кг) [4]. Превышение этой величины характерно и для образцов почвы, отобранных в 1 км от завода. Концентрация мобильных форм меди в почве с 3-километрового расстояния численно близка к ПДК. При дальнейшем удалении от предприятия наблюдается плавное снижение содержания ионов Cu^{2+} (рис.1).

При повышенном поступлении меди у растений нарушится процесс азотного питания [10]. У животных и человека избыток ионов данного металла приводит к перерождению печени, развитию желтухи, острого панкреатита, язвы двенадцатиперстной кишки и бронхиальной астмы [9].

Валовое содержание цинка в анализируемых образцах почв колеблется от 135 мг/кг на территории завода до 24,27 мг/кг в 10 км от него (таблица). При этом содержание цинка в образцах почв с территории завода превышает значение ПДК (100 мг/кг) [4]. Удаление на 1 км от предприятия сопровождается значительным падением концентрации цинка до среднего значения – 56,6 мг/кг (рисунок). Это свидетельствует об оседании основной массы цинкосо-держающих соединений в километровой зоне. В дальнейшем отмечено более плавное снижение концентраций металла, а средние содержания цинка в образцах почв, отобранных в 5 и 10 километрах от завода, отличаются лишь на 0,28 мг/кг и близки по значениям к фоновому содержанию этого элемента в почвах Витебской области (20 мг/кг) [1, 11]. Это свидетельствует о практически полном осаждении всех цинкосо-держающих веществ в пятикилометровой зоне.

Общее падение содержания цинка в исследованных образцах почв при удалении на 1 км от завода составляет 110,7 мг/кг, что численно близко к общему падению содержания меди. Следовательно, в выбросах предприятия содержится примерно одинаковое количество меди и цинка и значительно большее количество марганца.

В отношении тенденции изменения содержания доступного растениям цинка (ионов Zn^{2+}) наблюдается приблизительно та же картина, что и для валового содержания, т.е. отмечается повышение концентрации мобильных ионов Zn^{2+} по мере приближения к заводу. Их концентрация в образцах почв, отобранных на территории предприятия и в 1 км от него, приближается к значению ПДК (23 мг/кг) [4].

Избыток ионов цинка, по мнению некоторых ученых, может привести к угнетению растений, снижению их урожайности [8]. Для человека и животных потребление избыточного количества этого металла чревато возникновением острых кишечных заболеваний, замедлением роста скелета, снижением возбудимости и проводимости нервных волокон [9].

Таким образом, соответствующим природоохранительным организациям следует обратить внимание на необходимость усиления требований к режиму

очистки атмосферных выбросов Новополоцкого нефтеперерабатывающего завода "Нафтан" и всех аналогичных производств, т.к. результаты проведенных исследований свидетельствуют о геохимическом загрязнении этим предприятием окружающей среды такими техногенными продуктами, которые приводят к аккумуляции марганца, меди и цинка зачастую в количествах, превосходящих ПДК. Особую опасность представляют районы, где отмечается повышение ПДК по мобильным формам тяжелых металлов, т.к. это может привести к различного рода заболеваниям как растительных, так и животных организмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Состояние природной среды Беларуси*. Экологический бюллетень 1994 года / Под ред. **В.Ф. Логинова**. Мн.: Мин-во природных ресурсов и охраны окружающей среды, 1995. - 168 с.
2. *Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах*. Сборник статей / Под ред. **И.Г. Важенина**. М., 1974. С. 284.
3. **Калоша В.К., Лобко С.И., Чикова Т.О.** Математическая обработка результатов экспериментов. Мн.: Высшая школа, 1982. - 104 с.
4. *Перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению в деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций РБ*. Т.1 и 2, НТЦ АПН, 1996.
5. **Чертко Н.К.** Геохимия ландшафта. Мн.: Из-во БГУ, 1961. С. 250
6. **Федотов В.Л.** Содержание микроэлементов в дерново-подзолистых и заболоченных почвах, развивающихся на карбонатной и силикатной моренах. Автореф дисс...канд. биол. наук. Мн., 1968. - С.25.
7. **Шабельская Э.Ф.** Физиология растений. Мн.: Высшэйшая школа, 1987. С. 320.
8. **Бингам Ф.Т., Перья Ф.Д., Джерелл У.М.** Токсичность металлов в сельскохозяйственных культурах. М., 1993. С. 208.
9. **Сапрыкин Ф.Я.** Геохимия почв и охрана природы. Л.: Недра, 1984. С.231.
10. **Власюк П.А.** Биологические элементы в жизнедеятельности растений. К., 1969. С. 514.
11. *Государственный доклад о состоянии окружающей среды в РБ* / Отв. ред. **В.Ф. Логинов**. Мн., 1995. - 148 с.
12. **Зигель Х., Зигель А.** Некоторые вопросы токсичности ионов металлов. М., 1993. С. 363.

S U M M A R Y

Decreasing of Mn, Cu, Zn contamination soil degree was found out in the Novopolotzk industrial zone in 1, 3, 5 and 10 kilometers radius in the north-west direction.