

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Савосько Василь Миколайович

УДК: [574.24.042+631.416]:669.1

**ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ГЕОХІМІЧНИХ БАР'ЄРІВ
В РОЗПОДІЛІ ТА МІГРАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ҐРУНТАХ
ТЕРИТОРІЙ, ЩО МЕЖУЮТЬ З ЗАЛІЗОРУДНИМИ ГІРНИЧО-
ЗБАГАЧУВАЛЬНИМИ КОМБІНАТАМИ**

03.00.16 - екологія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Дніпропетровськ – 2001

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Українському НДІ промислової медицини
Міністерства охорони здоров'я України.

Науковий керівник:

доктор біологічних наук,
старший науковий співробітник
Сметана Микола Григорович,
Криворізький державний
педагогічний університет
професор кафедри зоології

Офіційні опоненти:

доктор біологічних наук, професор Бессонова Валентина Петрівна
Запорізький державний університет, завідувача кафедрою ботаніки та
екології

кандидат біологічних наук, доцент Ющук Євген Давидович

Криворізький державний педагогічний університет, кафедра ботаніки та
екології, доцент

Провідна установа:

Національний ботанічний сад ім. М.М.Гришка НАН України, відділ
біоіндикації та хемосистематики, м. Київ.

Захист відбудеться «__» «_____» 2001 р. о__ годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д 08. 051. 04 на здобуття наукового ступеня
доктора біологічних наук у Дніпропетровському Національному університеті
за адресою: 49050 м. Дніпропетровськ, пров. Науковий, 13, корп.17, біолого-
екологічний факультет, ауд. 611.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Дніпропетровського
Національного університету Міністерства освіти і України.

Автореферат розісланий «__» «_____» 2001 р

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат біологічних наук,
доцент.

Дубина А.О

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Зараз у великих гірничорудних регіонах спостерігається напружена екологічна ситуація, яка, в значній мірі, обумовлена підвищеним вмістом важких металів в навколишньому середовищі.

Основними джерелами техногенного накопичення важких металів в ґрунті є атмосферний пил, інтенсивне виділення якого відбувається внаслідок виробничої діяльності гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК). Наявність великої кількості додаткових джерел пиловиділення (внутрішні поверхні кар'єрів, відвали, сухі пляжі хвостосховищ) обумовлює безперервне надходження техногенного пилу в навколишнє середовище незалежно від ступеня навантаження потужності ГЗК (Михайлов, 1990; Титовский и др. 1990; Васильев, 2000).

Існуючі нині високоефективні технології очищення ґрунтів від цих токсикантів дуже дорогі, що зменшує можливість їх широкомасштабного застосування (Cleaning up., 1997; Raskin I, 1997; Chlopecka, 1998; Васильев, 2000; Environmental restoration., 2000).

В той же час відомо, що ґрунт, маючи комплекс поглинальних механізмів, вміщує ряд геохімічних бар'єрів міграції хімічних речовин. Важкі метали, потрапляючи на такі бар'єри, переходять у фіксований стан і таким чином виводяться на довгий час з подальшої міграції в навколишньому середовищі. Тому надзвичайно актуальним і важливим є дослідження екологічної ролі геохімічних бар'єрів ґрунту в процесах регуляції вмісту в ньому важких металів (Чертко, 1981; Ковда, 1985; Перельман, 1989; Глазовская, 1997).

Зв'язок роботи з науковими темами. Дисертація виконувалася в рамках таких наукових тем: «Розробити методику комплексної оцінки несприятливого впливу техногенних факторів металургійних комплексів на характер зрушень в організмі та проявів захворювань населення» (ДР_0194v029980); «Визначення впливу техногенних забруднень навколишнього середовища Південного промислового вузла Кривбасу на характер змін в організмі населення» (відповідальний виконавець, ДР 0195v095563); «Визначити тести експозиції важких металів техногенного походження на організм людини» (ДР 0196v209663).

Мета роботи. Визначити екологічну роль геохімічних (хімічних, фізико-хімічних, біологічних) бар'єрів в розподіленні та міграції рухомих форм важких металів в ґрунтах територій, що межують з залізорудними гірничо-збагачувальними комбінатами.

Висловлюю щиру подяку завідувачу лабораторією промислової екології та здоров'я Українського НДІ промислової медицини,
канд.мед.наук, с.н.с **Гапону Василю Олександровичу**
за наукове керівництво під час організації та проведення досліджень

Завдання досліджень:

1. Визначити рівень локального фону рухомих форм важких металів в ґрунтах Кривбасу, які знаходяться за межами зони техногенного впливу промислових підприємств.
2. Виявити основні закономірності розподілу рухомих форм важких металів в ґрунті на територіях з різним рівнем забруднення атмосферного повітря пилом.
3. Виявити основні закономірності розподілу рухомих форм важких металів в ґрунті територій з різним рівнем забруднення ґрунтових вод.
4. Розробити спосіб оптимізації вмісту важких металів в ґрунті за допомогою використання екологічних чинників, що впливають на геохімічні (хімічні, фізико-хімічні, біологічні) бар'єри міграції.

Наукова новизна. На території фонові ділянки Кривбасу встановлені числові значення вмісту рухомих форм важких металів в ґрунті, а також особливості їх розподілу в генетичних горизонтах в залежності від дії біологічних, хімічних, фізико-хімічних бар'єрів міграції.

Уточнені закономірності розподілу рухомих форм важких металів в ґрунтах в залежності від рівня забруднення атмосферного повітря та ґрунтових вод.

Встановлені діапазони коливань властивостей фізичної глини, мулу, гумусу, обмінних основ, які обумовлюють перехід в досліджених ґрунтах важких металів з рухливого стану у фіксований.

Практичне значення. Розроблений та запропонований спосіб оптимізації техногенного накопичення важких металів в ґрунтах територій, що межують з залізорудними гірничо-збагачувальними комбінатами, який ґрунтується на зменшенні надходження важких металів в ґрунт аерогенним шляхом та створенні штучних геохімічних (хімічних, фізико-хімічних, біологічних) бар'єрів міграції важких металів в ґрунті.

Визначені допустимі рівні річних викидів пилу в атмосферне повітря гірничо-збагачувальними комбінатами, при яких не буде відбуватися надмірне накопичення важких металів в ґрунті. На основі визначення наявності важких металів в ґрунті здійснене екологічне ранжування територій з урахуванням техногенного впливу гірничо-рудних підприємств.

Результати дослідження використані при підготовці пакету нормативних документів щодо проведення еколого-економічного експерименту в місті Кривому Розі, поданого на розгляд в Кабінет Міністрів та Верховну Раду України.

Особистий внесок здобувача. Здобувач провів польові та лабораторні хімічні дослідження зразків ґрунту, математичну обробку результатів. Автором також був проведений аналіз одержаних результатів та зроблені висновки.

Апробація роботи. Матеріали досліджень доповідалися та обговорювалися на: Fourth International Symposium and Exhibition on Environmental Contaminated in Central and Eastern Europe (Warsaw 1998); Third World Congress "Global Environmental Issue in 21st Century: Problems, Causes and Solutions" (Briton 2000); Fifth International Symposium and Exhibition on Environmental Contaminated in Central and Eastern Europe (Prague 2000); Міжнародній науковій конференції "Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку" (Кривий Ріг, 1993); Міжнародних науково-практичних конференціях: "Екологічні аспекти забруднення навколишнього середовища" (Київ, 1996); Всеукраїнській конференції "Охорона навколишнього середовища: екологічні, освітні, медичні аспекти" (Кривий Ріг, 1997); XII з'їзді гігієністів України (Київ, 1995); Наукових та науково-практичних конференціях: "Екологія і освіта: проблеми теорії та практики" (Умань, 1994); "Охорона генофонду рослин на Україні" (Кривий Ріг, 1994); "Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природно-техногенних систем" (Львів, 1996).

Публікації. Основний зміст роботи відображений в 24 наукових публікаціях, з них - 3 статті у фахових виданнях.

Обсяг та структура роботи. Дисертаційна робота викладена на 252 сторінках машинописного тексту і складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку літератури, що включає 259 найменувань, з яких 54 - іноземними мовами, та 67 сторінок додатків. Робота ілюстрована 20 таблицями та 16 малюнками.

ЗМІСТ РОБОТИ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ГРУНТІВ ТЕРИТОРІЙ, ПРИЛЕГЛИХ ДО ГІРНИЧО- ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ (огляд літератури)

У розділі приведений аналіз наукової літератури з питань накопичення важких металів (ВМ) в ґрунті великих індустріальних регіонів. В результаті встановлено, що, незважаючи на численні публікації з цієї проблеми в різних промислових регіонах, (Обухов, 1991, 1992; Мотузова, 1992; Ильин, 1992, 1995, Титовский, 1986, 1990, Саєт, 1989, 1990; Цветкова, 1996, 1997; Глазовская, 1987, 1989, 1992, 1993, 1997,), а також в регіонах видобутку залізної руди, ці питання висвітлені не в повній мірі (Тютюник, 1995; Васильев, 2000). Фрагментарні дані цих та інших авторів про вміст окремих металів в ґрунті не дозволяють одержати цілісну картину щодо особливостей акумуляції та міграції в ґрунті найбільш розповсюджених в гірничорудних регіонах ВМ техногенного походження (Добровольский, Цветкова, 1988; Цветкова, 1997; Зберовский и др., 1996; Писанец и др., 1990).

Розроблені та запропоновані технології і способи використання геохімічних бар'єрів в ґрунті, з метою оптимізації вмісту ВМ, спрямовані, в основному, на використання шару ґрунту, як поглиначи цих забруднювачів під час будівництва складів зберігання рідких відходів (Сергєнев и др., 1996; Алехин и др., 1996)

Разом з тим, встановлення основних механізмів розподілу ВМ на геохімічних бар'єрах ґрунту в умовах техногенного навантаження має не лише теоретичне значення, але може бути використаним в практичній природоохоронній роботі гірничорудних підприємств (Ковда, 1985; Перельман, 1989; Кнох, 2000).

ОБ'ЄКТ, ОБСЯГИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження були вибрані ґрунти територій, що межують з Північним та Інгулецьким гірничо-збагачувальними комбінатами (ПівнГЗК та ІнГЗК), які знаходяться в Криворізькому залізорудному басейні. Ґрунти територій, що прилягають до ПівнГЗК, представлені чорноземами звичайними, в той час, як ґрунти територій поблизу ІнГЗК - чорноземами південними середньо- та малопотужними.

Пробні ділянки для визначення вмісту ВМ при їх аерогенному надходженні вибирались в зонах з різними концентраціями пилу, визначеними на основі карт розподілу пилу в приземному шарі повітря. Карти були побудовані за даними валових викидів комбінатів за допомогою комп'ютерної програми ПЛЕНЕР-1.25. На ПівнГЗК перша зона спостереження мала концентрації пилу в приземному шарі повітря в межах 0.3-1.0 ГДК, друга - 1.1-2.0 ГДК, третя - 2.1-4.0 ГДК. На ІнГЗК вибрані дві зони (перша - 0.3-1.0 ГДК, друга - 2.1-4.0 ГДК).

Основними джерелами гідрогенного надходження ВМ в ґрунти територій, прилеглих до хвостосховища ПівнГЗК, є мінералізовані води лесоподібних суглинків. Нами були визначені дві зони спостереження: перша - з концентрацією солей 1-5 г/л, друга - з концентрацією 5-10 г/л. На ІнГЗК найбільш істотний вплив на ґрунт чинять водоносні горизонти четвертинних лесоподібних суглинків та алювіальних відкладень, де і були вибрані дві зони для спостереження.

Для порівняння рівня забруднення ґрунту ВМ використана територія з локальними фоновими концентраціями ВМ в ґрунті, яка знаходиться поза межами впливу атмосферних забруднень пилом техногенного походження та мінералізованих ґрунтових вод, але в межах природної геохімічної аномалії Кривбасу. Концентрації ВМ в ґрунті цієї території були прийняті за локальний фон регіону.

Під час польових досліджень ґрунту на визначених площах були закладені розрізи та взяті проби ґрунту через кожні 10 см (Кауричев, 1986).

Кислоторозчинну витяжку для визначення вмісту важких металів (заліза, марганцю, цинку, нікелю, міді, свинцю, кадмію) одержували шляхом спалювання зразка ґрунту в однонормальній азотній кислоті (Алексев, 1987). Кінцеве визначення концентрацій ВМ здійснювали на атомно-адсорбційному спектрофотометрі ААС - 30 фірми Karl Seis - Jena (Обухов, Плеханова, 1991).

Визначення вмісту гумусу проводилося за Тюрінім в модифікації Орлова (Орлов, 1969); органічної речовини ґрунту - за стандартними методиками; суми обмінних основ - за Шмукком (обмінні основи витіснялися однонормальним розчином хлористого натрію з рН 7) з титрометричним та спектрометричним закінченням; гранулометричного складу - методом піпетки по Качинському в модифікації Терехова (Качинский, 1958; Терехов, Терехова, 1993).

За період дослідження закладено 38 ключових та 56 допоміжних розрізів, на яких відібрано 350 зразків ґрунту. Для визначення вмісту важких металів в ґрунті проведено 5000 елементовизначень. Для визначення вмісту гумусу виконано 1050 аналізів, органічної речовини - 1050, суми обмінних основ - 4200, гранулометричного складу ґрунту - 3150 аналізів.

Статистична обробка одержаних результатів здійснювалася на IBM PC за допомогою програми STADIA, яка базується на методах та алгоритмах розрахунків ряду авторів (Шиган, 1986; Лакин, 1990).

ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ҐРУНТІ ТЕРИТОРІЙ, ЩО ЗНАХОДЯТЬСЯ ПОЗА ЗОНОЮ ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ КРИВБАСУ

В результаті дослідження встановлено, що в ґрунті територій локальної фонові дільниці у всіх генетичних горизонтах найбільше виявлено заліза, на порядок менше - марганцю, на три - міді та свинцю, на чотири порядки - кадмію (таблиця).

Таблиця. Вміст рухомих форм важких металів в ґрунті територій локальної фонові ділянки Кривбасу (M+m, мг/кг сух. ґрунту)

Важкий метал	Генетичні горизонти				
	A	AB	B	BC	C
Залізо	1266±17,58	1494±52,10	838,8±140,9	824±109,9	771,0±137,61
Марганець	299,7±18,3	318,2±14,3	177±32,62	163,3±28,7	108,38±1,07
Цинк	21,40±0,89	25,0±2,76	17,89±0,65	17,36±0,74	15,21±0,14
Нікель	26,48±1,84	34,61±3,82	25,26±1,38	24,55±1,29	21,70±0,60
Мідь	5,38±0,10	8,43±0,98	5,14±0,33	5,12±0,26	5,03±0,17
Свинець	2,15±0,11	2,50±0,24	2,82±0,09	2,85±0,07	3,00±0,02
Кадмій	0,44±0,03	0,27±0,05	0,79±0,06	0,79±0,05	0,81±0,05

Встановлено, що в гумусо-акумулятивному горизонті, у порівнянні з материнською породою, відбувається акумуляція заліза, марганцю, цинку, нікелю. Вміст міді в цьому горизонті знаходиться на одному рівні з материнською породою, в той час як кількість свинцю та кадмію на 20-40% ($P < 0.05$) вище.

Провідне значення в розподілі заліза, марганцю, цинку, нікелю, міді по ґрунтовому профілю належить карбонатному геохімічному та біологічному бар'єрам міграції. Цим пояснюється максимальне накопичення рухомих форм ВМ в перехідному гумусовому горизонті, де їх вміст вище в 1.6-2.9 рази ($P < 0.05$), ніж в материнській породі.

РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ПРИ ЇХ АЕРОГЕННОМУ НАДХОДЖЕННІ В ҐРУНТИ ТЕРИТОРІЙ, ПРИЛЕГЛИХ ДО ЗАЛІЗОРУДНИХ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ

В чорноземах звичайних (зона впливу ПівнГЗК) техногенне накопичення рухомих форм ВМ характерне лише для заліза, марганцю, нікелю, цинку, де їх вміст в 1.2-2.4 рази ($P < 0.05$) перевищує локальний фон. Аеротехногенний вплив комбінату обумовлює як вилуговування, так і накопичення кадмію, але нагромадження домінує і тому концентрації металу в деяких випадках в 1.2-2.2 рази ($P < 0.05$) вищі контрольної фонові. Для розподілу міді та свинцю характерне лише вилуговування, вміст цих металів в 1.2-1.6 рази ($P < 0.05$) нижчий контролю.

В чорноземах південних (зона впливу ІнГЗК) техногенний вплив обумовлює накопичення в рухомих формах лише заліза, вміст якого в 1.2-1.9 рази ($P < 0.05$) вище фону. Для цинку, свинцю, кадмію характерна одночасна наявність двох процесів, що відбуваються в ґрунті: вилуговування та акумуляція (з переважанням акумуляції). Ступінь останньої перевищує контроль в 1.2-2.2 рази ($P < 0.05$). В результаті техногенного вилуговування марганцю, нікелю та міді їх вміст в більшості випадків на 20-60% нижче фону.

Виявлено, що ВМ в рухомих формах можуть мігрувати в ґрунтах на значну глибину. Тому техногенне накопичення заліза в чорноземах звичайних (зона впливу 2.0-4.0 ГДК) відбувається в ґрунтах на глибині до 50 см, а кадмію - до 60 см. В чорноземах південних в аналогічній зоні забруднення атмосферного повітря пилом метали мігрують ще глибше: кадмій - до 80 см, залізо - до 100 см. Зі зменшенням рівня забруднення атмосферного повітря спостерігається збільшення здатності ВМ мігрувати по ґрунтовому профілю, що пов'язано з дисперсним станом аерозольних часток. Рухомі форми металів як в чорноземах звичайних (марганець, цинк, свинець, кадмій), так і в чорноземах південних (залізо, свинець) в зоні впливу 0.3-1.0 ГДК проникають на глибину 100-110 см.

Залежності між властивостями ґрунту та вмістом в ньому рухомих форм ВМ у більшості випадків найбільш повно описуються регресійними рівняннями у вигляді поліномів третього та п'ятого порядків. Тому можливе визначення межі значень властивостей ґрунту, які обумовлюють мінімальний вміст полютантів.

В чорноземах звичайних при вмісті фізичної глини в межах 45-60% в ґрунті відмічається мінімальна кількість рухомих форм кадмію та цинку; при вмісті гумусу 6-7% - цинку, кадмію, свинцю. Для обмінного кальцію такими межами є концентрації 20-25 мг.-екв/100 г ґрунту, при яких спостерігається мінімальний вміст рухливої форми міді.

Встановлено, що при вмісті фізичної глини в межах 30-55% в ґрунті (чорнозем південний) знаходиться мінімальна кількість рухомих форм заліза та кадмію. За наявності мулистої фракції в ґрунтах не більше як 20%, концентрації рухомих нікелю та марганцю будуть мати найменші рівні накопичення. Кількість кадмію в ґрунті буде мінімальною, якщо вміст обмінного кальцію буде знаходитись в концентраціях 22-25 мг.-екв/100 г ґрунту. Накопичення рухомих форм міді та свинцю будуть мати мінімальні значення, якщо кількість обмінного магнію не буде перевищувати 12-14 мг.-екв/100 г ґрунту.

РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ПРИ ЇХ ГІДРОГЕННОМУ НАДХОДЖЕННІ В ҐРУНТИ ТЕРИТОРІЙ, ПРИЛЕГЛИХ ДО ЗАЛІЗОРУДНИХ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ

Ґрунтові води алювіальних відкладень долини р.Інгулець (район ІнГЗК) обумовлюють переважно техногенне накопичення ВМ в рухомих формах. Встановлено, що вміст цинку в 2-40 разів ($P < 0.05$) вищий значень локального фону. Концентрації перевищення фону, визначені для свинцю та кадмію, дещо нижчі і складають, відповідно, 2.9-4.5; 3.2-8.8 раза ($P < 0.05$). В той час, як вміст марганцю та міді лише в 1.5-1.9 та 1.5-2.2 раза ($P < 0.05$) вище фонових значень.

В чорноземах звичайних (район ПівнГЗК) техногенне накопичення рухомих форм характерне лише для заліза, марганцю та цинку, концентрації яких перевищують фон в 1.2-1.8 раза ($P < 0.05$). В той же час, розподіл нікелю, міді, свинцю, кадмію характеризується як накопиченням, так і вилуговуванням (з перевагою першого процесу). Тому концентрації цих металів в 1.2-1.6 раза ($P < 0.05$) вищі за фон.

В чорноземах південних (район ІнГЗК) наявність техногенного накопичення виявлена тільки для заліза, вміст рухомих форм якого в 1.5-1.9 раза ($P < 0.05$) перевищує фонові значення. У розподілі нікелю, цинку, кадмію акумуляція та вилуговування мають однакову ступінь виявлення.

Максимальні рівні накопичення мав цинк - концентрації перевищували фон у 1.4-4.8 рази ($P < 0.05$). Гідротехногенний вплив комбінату обумовлював вилуговування з ґрунту марганцю, міді та свинцю, вміст яких на 30-50% нижче фонових значень.

Визначено, що в ґрунтах заплави при вмісті обмінного кальцію в межах 16-24 мг.-екв/100 г ґрунту, має місце мінімальна акумуляція рухомих форм свинцю та міді. Для заліза ці показники знаходяться в межах 10-30 мг.-екв/100 г ґрунту. Рухливий кадмій має найменші концентрації в тому випадку, коли вміст мулистих частинок дорівнює 3.8-5.9%. При кількості фізичної глини 35-45% виявлений мінімальний вміст цинку. Мінімальне накопичення марганцю спостерігалось при кількості органічної речовини в межах 7-8%.

Для ґрунтових властивостей чорноземів звичайних встановлені такі оптимальні межі, при яких мають місце мінімальні концентрації важких металів: фізична глина - 50-70% (мінімальний вміст рухомих форм свинцю та марганцю); обмінний кальцій 14-28 мг.-екв/100 г ґрунту (нікелю, міді, кадмію); гумусу 5-8% (заліза, марганцю, цинку).

В чорноземах південних за наявності фізичної глини в межах 35-45% спостерігається мінімальний вміст рухомих форм міді, а в межах 45-55% - нікелю. Найменше накопичення марганцю та заліза виявлено у випадках, коли концентрації обмінного кальцію знаходяться в межах 11-19 мг.-екв/100г ґрунту. При вмісті мулистих частинок менше як 20% виявлені мінімальні концентрації кадмію.

ОБґРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ОПТИМІЗАЦІЇ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ҐРУНТАХ ҐІРНИЧОРУДНИХ РЕГІОНІВ

Для зниження вмісту рухомих форм ВМ в ґрунті гірничорудного регіону необхідно виконати комплекс таких заходів: 1) прогнозування надходження ВМ в ґрунт; 2) екологічне ранжування території; 3) регулювання вмісту вже накопичених важких металів шляхом створення штучних геохімічних бар'єрів.

Для складання прогнозу надходження рухомих форм ВМ в ґрунт використовувалися графічні та математичні моделі. Основою графічних моделей площинного розподілу ВМ стали прогнозні карти (на найближчі 20 років) накопичення рухомих форм ВМ в ґрунті територій. Карти складені на основі підсумку даних про аерогенне та гідрогенне надходження важких металів в результаті техногенних валових викидів ПівнГЗК та ІнГЗК протягом року.

Складений графічний прогноз свідчить про те, що в грунтах, прилеглих до ПівнГЗК, найбільш забрудненими є ділянки сумісного впливу аеротехногенного та гідротехногенного джерел. На територіях, прилеглих до ІнГЗК, відбувається більш інтенсивне накопичення ВМ, ніж на прилеглих до ПівнГЗК. Під впливом мінералізованих ґрунтових вод алювіальних відкладень в найближчі 20 років прогнозується екологічно небезпечне накопичення в ґрунті марганцю, цинку, свинцю та кадмію.

В процесі математичного аналізу отриманих результатів, які характеризують залежності між концентрацією пилу в приземному шарі атмосфери та вмістом ВМ в ґрунті, нами встановлено, що вони найбільш повно описуються однофакторною лінійною регресійною функцією: $y = a + bx$ (де y - накопичення ВМ в ґрунті, кг/га за рік; x - вміст пилу в приземному шарі атмосфери, ГДК). Тому ця математична функція і була використана для математичного прогнозування.

Одержані регресійні рівняння стали передумовою для обґрунтування екологічно допустимих рівнів валових викидів пилу в атмосферне повітря. Встановлено, що для зменшення подальшого накопичення рухомих форм заліза в ґрунті територій, прилеглих до ПівнГЗК, необхідне щорічне зменшення валових техногенних викидів в атмосферне повітря на 24 % від існуючого рівня. На ІнГЗК при щорічному зменшенні викидів пилу на 28 % не буде відбуватися техногенна акумуляція в ґрунті заліза, на 47 % - заліза та цинку, на 74 % - заліза, цинку та свинцю.

Екологічне ранжування техногенно забруднених територій здійснене на основі принципів оцінки еколого-гігієнічної безпеки в залежності від наявних концентрацій та фактів дії впливу рухомих форм ВМ на стан екологічної рівноваги в ґрунті (Сердюк, 1996). Ці зміни оцінювалися в поверхневому шарі ґрунту, товщиною 0-20 см.

Встановлено, що аеротехногенне та гідротехногенне надходження ВМ обумовлює порушення геохімічної рівноваги в ґрунті, яке проявляється зменшенням числа зв'язків між парами металів, а також кількості металів, що входять до асоціацій (рис.1).

Згідно існуючої критеріальної шкали еколого-гігієнічного ранжування визначені три зони екологічного стану територій: 1) нормального стану; 2) екологічної неблагополучності; 3) екологічної кризи.

Зоною нормального екологічного стану вважалася територія, на якій концентрації в ґрунті хоча б одного металу перевищували в 2 рази концентрації значень локального фону. До зони екологічної неблагополучності віднесена територія з перевищенням концентрацій локального фону в ґрунті в 2 рази для двох і більше металів та зменшенням асоціативності на 30 %.

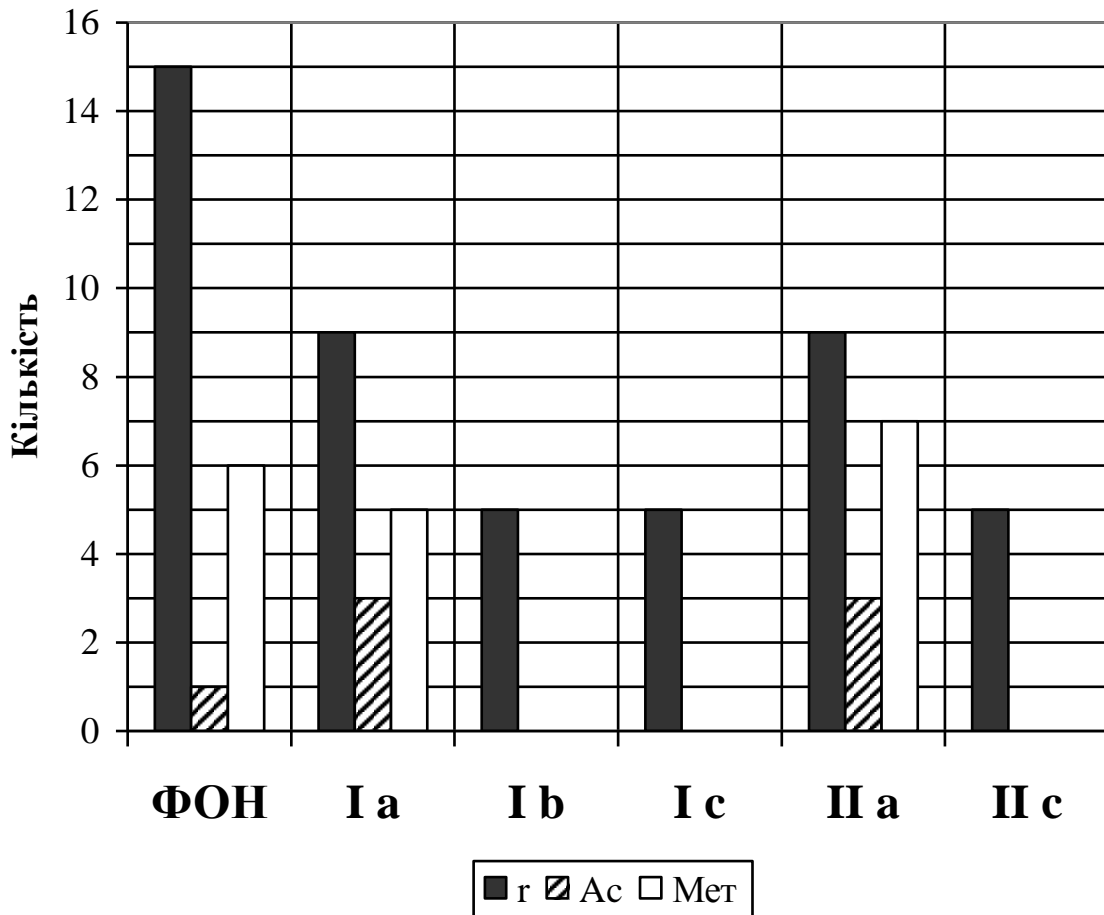


Рис.1 Залежності між рівнями забруднення атмосферного повітря пилом та наявністю асоціації ВМ в ґрунтах.

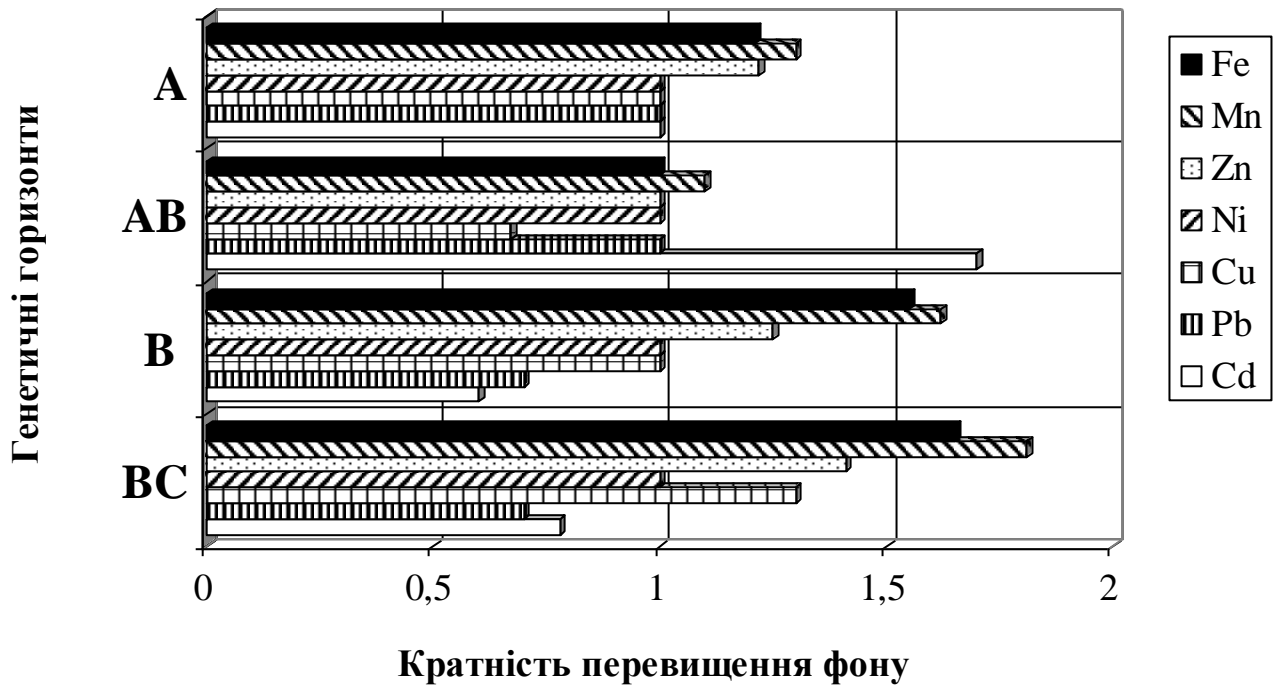
Умовні позначення: ФОН-контроль; Іа-ПівнГЗК 0.3-1.0 ГДК; Іб-ПівнГЗК 1.1-2.0 ГДК; Іс-ПівнГЗК 2.1-4.0 ГДК; ІІа-ІнГЗК 0.3-1.0 ГДК; ІІс-ІнГЗК 0.3-1.0 ГДК. Кількість: r - достовірних коефіцієнтів кореляції; Ас - асоціації; Мет - металів, що входять до складу асоціації.

Зоною екологічної кризи класифікувалася територія, де концентрація в ґрунті двох і більше металів перевищували значення локального фону в 2 рази та спостерігалася повне порушення асоціацій металів.

ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ГЕОХІМІЧНИХ БАР'ЄРІВ МІГРАЦІЇ В РОЗПОДІЛІ ТА АКУМУЛЯЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ҐРУНТІ ТЕРИТОРІЙ, ПРИЛЕГЛИХ ДО ЗАЛІЗОРУДНИХ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ

Генетичні горизонти ґрунту, які є результатом дії ґрунтовірних процесів, можна також розглядати як сукупність геохімічних бар'єрів міграції. Тому розподіл рухомих форм важких металів техногенного походження по ґрунтовому профілю відображає екологічну роль цих бар'єрів в процесах міграції та акумуляції металів (рис.2).

а)



б)

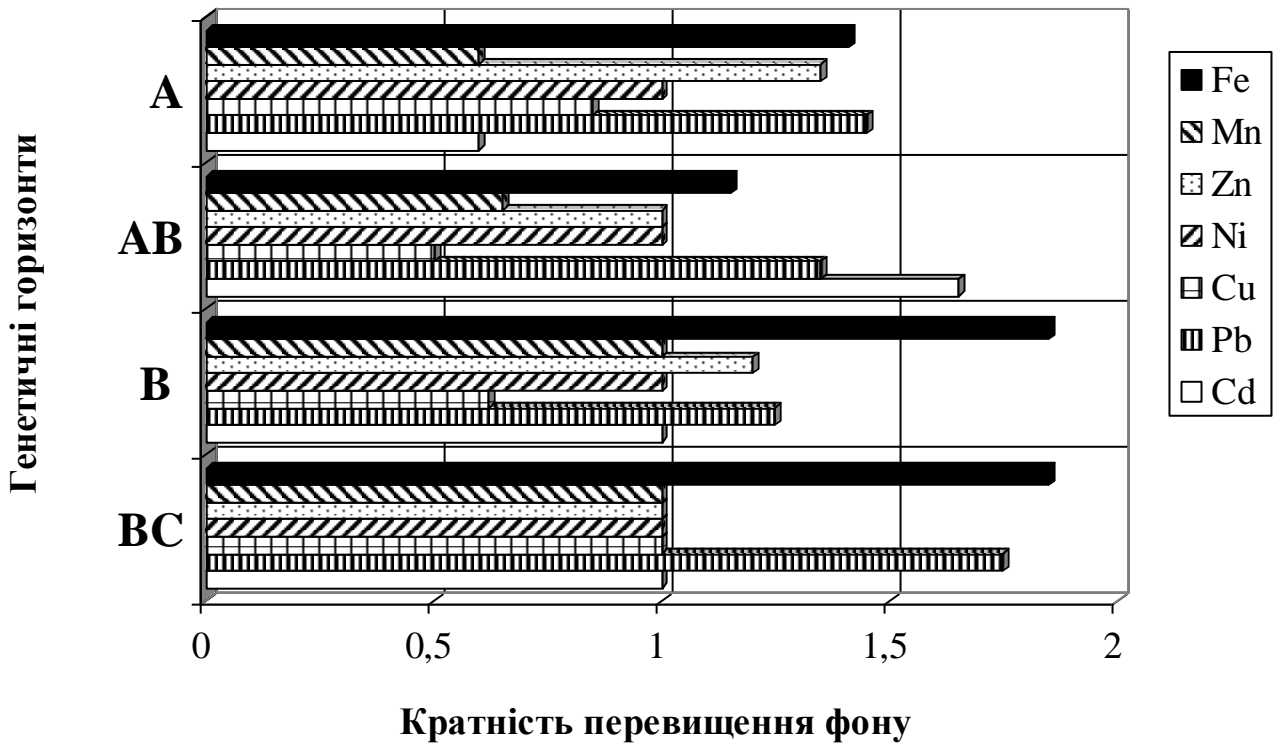


Рис.2 Екологічна роль геохімічних бар'єрів міграції в розподілі ВМ по ґрунтовому профілю.

Умовні позначення: а) чорнозем звичайний; б) чорнозем південний;

В ході дослідження визначено, що геохімічні бар'єри не чинять істотного впливу на розподіл заліза, міді та цинку. У всіх ґрунтових горизонтах (як у чорноземі звичайному, так і чорноземі південному) відбувається накопичення рухомих форм заліза та цинку.

Вміст рухомих форм міді в ґрунтових горизонтах чорноземів південних та звичайних нижче значень локального фону. Беручи до уваги те, що розподіл міді в ґрунті практично не залежить від її властивостей, можна передбачити, що має місце міграція цього металу за межі ґрунтового профілю.

Розподіл нікелю та кадмію повністю «контролюється» геохімічними бар'єрами. Накопичення кадмію в рухомих формах спостерігається тільки в перехідному гумусовому горизонті, а нікелю - в гумусо-акумулятивному в чорноземах звичайних (зона дії 0.3-1.0 ГДК). В інших випадках концентрації цих металів знаходяться на одному рівні зі значеннями локального фону. Характер розподілу марганцю та свинцю в ґрунтах, що досліджувалися, істотно відрізняється. В чорноземах звичайних нагромаджувався марганець та вилуговувався свинець, в той час, як в чорноземах південних, навпаки, відбувалися акумуляція свинцю та вилуговування марганцю. Найбільш імовірно, що геохімічні бар'єри обумовлювали іммобілізацію цих металів.

Було встановлено, що геохімічні бар'єри чинять істотний вплив на процеси міграції та акумуляції в тих випадках, коли надходження загальної кількості металів в рухомих формах аерогенним та гідрогенним шляхом не перевищує 0.50-0.75 кг на гектар протягом року. В той же час, для металів з перевищенням такого рівня надходження виявлено техногенне накопичення в ґрунтових горизонтах. В тих випадках, коли розмір надходження не перевищував встановлений рівень, накопичення металів або не відбувалося, або було в одному чи двох ґрунтових горизонтах (АВ або В).

Як відомо, в чорноземах звичайних та південних максимальна кількість карбонатів та гумусу припадає саме на межі горизонтів АВ та В. Тому нами припускається, що карбонатний геохімічний бар'єр міграції відіграє найбільш суттєву роль у розподілі рухомих форм ВМ по ґрунтовому профілю.

Виявлено, що в чорноземах південних має місце окисно-відновлювальний бар'єр міграції, який обумовлює розподіл рухливого марганцю. Вміст металу в усіх досліджуваних зонах нижче значень, ніж на території локальної фонові ділянки. На нашу думку, основною причиною цього є іммобілізація марганцю.

Встановлена нами екологічна роль геохімічних бар'єрів міграції була використана для розробки технології оптимізації вмісту важких металів в ґрунті. Основним принципом зниження несприятливого впливу на навколишнє середовище ВМ, що вже накопичилися, можуть бути методи

хеморемедіації (внесення в ґрунт меліорантів, які є сорбентами ВМ, або створюють штучні геохімічні бар'єри міграції).

В зонах екологічної кризи доцільно застосовувати сорбенти ВМ, зокрема цеоліти, найбільш оптимальні дози яких становлять 5-15 тонн на гектар.

В зонах екологічної неблагополучності також доцільно здійснювати заходи, спрямовані на забезпечення оптимальної буферності ґрунту (вмісту обмінних основ та органічної речовини ґрунту). При цьому буде відбуватися створення штучних бар'єрів міграції. Для регулювання кількості обмінних основ в ґрунті необхідно використовувати такий агротехнічний захід, як гіпсування. При цьому аніони сульфатної групи, взаємодіючи з катіонами металів, будуть створювати нерозчинні сполуки, виводячи важкі метали з рухомого стану. Внесення в ґрунт підвищених доз (в середньому на 20-30%) органічних добрив, гуматів, торфу буде сприяти збільшенню вмісту органічної речовини ґрунту, тим самим підвищувати ємкість поглинання металів гумусом.

Крім того, в зонах нормального стану пріоритетними заходами є гумусозберігаючі агротехнології (зменшення до мінімуму площ, що засіваються просапними культурами, інтенсивне внесення органічних добрив, зменшення кількості засобів захисту рослин та ін.).

Результати дослідження використані: а) екологічним відділом Виконкому Криворізької міської Ради Дніпропетровської області при підготовці пакету нормативних документів щодо проведення еколого-економічного експерименту в місті Кривому Розі згідно розпорядження Президента України від 06.01.96р. № 6/96 (лист від 16.12.98р. № 654); б) інноваційною упродажувальною фірмою «Ековенпром» (лист від 08.10.98р. № 67); в) регіональною екологічною асоціацією «Відродження» (лист від 22.10.98р. № 36); г) в педагогічному процесі кафедрою гігієни праці факультету удосконалення лікарів Дніпропетровської медичної академії (лист від 22.01.97р. № 9).

ВИСНОВКИ

1. Розподіл рухомих форм ВМ в ґрунті території, що знаходилась поза зоною техногенного впливу ІнГЗК та ПівнГЗК, але в межах Кривбасу, має свої особливості. Якщо концентрації кадмію, свинцю та міді не відрізняють від таких в чорноземних ґрунтах інших фонових територій України, то концентрації заліза, марганцю, цинку, нікелю є вищими в 1.2-1.5 рази. Максимум біогенної акумуляції ВМ виявлений в перехідному гумусовому генетичному горизонті, що обумовлюється діями карбонатного та біологічного бар'єрів міграції.

2. В чорноземи звичайні (зона впливу ПівнГЗК) та чорноземи південні (зона впливу ІнГЗК) щорічно надходить аерогенним шляхом 0.11-66 кг ВМ на 1 га. Концентрації рухомих форм ВМ в цих ґрунтах в 1.5-2.5 раза ($P < 0.05$) перевищують концентрації локального фону Кривбасу.

3. Важкі метали аеротехногенного походження в рухомих формах мігрують в чорноземах звичайних та чорноземах південних на значну глибину (80-110 см). Глибина міграції ВМ тим більша, чим менша концентрація пилу в приземному шарі атмосфери, а також залежить від підтипу ґрунту: в чорноземах південних величина міграції більша, ніж в чорноземах звичайних.

4. В чорноземи звичайні і південні та ґрунти заплав гідротехногенним шляхом щорічно надходить 0.14-126 кг ВМ на 1 га. Концентрації рухомих форм ВМ в цих ґрунтах в 2-40 разів ($P < 0.05$) перевищують їх вміст в ґрунті локального фону.

5. В ґрунті територій, прилеглих як до ПівнГЗК, так і до ІнГЗК, відбувається руйнування природних асоціацій ВМ, що свідчить про порушення в його геохімічному балансі. Згідно існуючої критеріальної шкали еколого-гігієнічного ранжування визначені три зони екологічного стану територій: 1) нормального стану; 2) екологічної неблагополучності; 3) екологічної кризи.

6. Серед буферних властивостей чорноземів звичайних, які обумовлюють мінімальні концентрації рухомих форм ВМ в ґрунті, найбільш важливими є вміст гумусу, гранулометричні фракції фізичної глини та вміст обмінного кальцію. В чорноземах південних в мінімалізації ВМ, крім цих властивостей, суттєву роль відіграють гранулометричні фракції мулу та обмінного магнію.

7. Природні геохімічні бар'єри в чорноземах південних та звичайних впливають на процеси міграції та акумуляції ВМ за умови, що рівень сумарного аеротехногенного та гідротехногенного надходження не перевищує 0.5-0.75 кг/га рухомих форм на рік. За таких умов техногенне накопичення ВМ не відбувається взагалі або воно локалізоване в одному з ґрунтових горизонтів (частіше всього в гумусовому перехідному).

8. Для запобігання в найближчі 20 років накопичення заліза, яке відбувається аеротехногенним шляхом, в екологічно небезпечних концентраціях в ґрунтах території, прилеглої до ПівнГЗК, необхідно зменшити валові викиди в атмосферне повітря пилу цим підприємством до 6.4 тис.т на рік. Запобігання наявності екологічно небезпечних концентрацій в ґрунті територій, прилеглих до ІнГЗК, може бути досягнене в результаті зменшення валових викидів комбінату до 3.55 тис.т на рік, а за умови зменшення викидів до 2.6 тис.т на рік в найближчі 20 років також не буде відбуватися екологічно небезпечне накопичення цинку.

9. Створення штучних геохімічних бар'єрів міграції ВМ в ґрунті, підтримання показників буферних властивостей ґрунту в оптимальних межах забезпечує перехід забруднювачів із рухомих у фіксовані форми. Для цього є доцільним застосування хімічних меліорантів (цеолітів, торфу, гіпсу) з метою хеморемедіації зрушень, що виникли в ґрунті.

Список основних праць, опублікованих за темою дисертації

Статті:

1. Савосько В.Н. Экологическая роль геохимических барьеров в распределении аэротехногенных тяжелых металлов в почвах Кривбасса // Вопросы биоиндикации и экологии. - 2000. - Вып. № 5. - С. 145-153.
2. Савосько В.Н. Некоторые особенности распределения подвижных форм тяжелых металлов в почвах горнорудного региона под различными растительными ассоциациями // Интродукція рослин. –2000. - №1. - С.161-166.
3. Савосько В.Н. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах, прилегающих к Северному горно-обогатительному комбинату (Кривбасс) // Вісник ДДУ Біологія. Екологія. - Д: ДНУ - 2000. - Випуск № 8.- Том №2. - С.64-69.
4. Malachov I., Smetana M., Gapon V., Savosko V. The trait's of the bioremediation technology // Proc. 4 th. International Symposium and Exhibition on Enviromental Contaminated in Central and Eastern Europe. – Warsaw. – 1998. – Tallahassee, FL. – 199. - Publ. On CD-ROM (№405). Пошукачем власноруч виконані літературний пошук з проблеми, на 80%-хімічні аналізи, на 90% проведена математична обробка одержаних результатів. Крім того, автор брав участь у трактовці отриманих результатів. Загальний внесок Савоська В.М. в цю роботу становить 25%.
5. Сметана Н.Г., Савосько В.Н., Гапон В.А., Сметана А.Н. Методология оценки состояния окружающей среды региона // Гигиена, токсикология, физиология труда и профессиональная патология в промышленности.- Кривой Рог: Криворожский НИИ гигиены труда и профзаболеваний.- 1995.- С. 250-254. Пошукачем власноруч виконаний літературний пошук з проблеми, а також окремі розрахунки. Загальний внесок Савоська В.М. в цю роботу становить 20%.
6. Гапон В.А., Сметана Н.Г., Савосько В.Н., Елкин Е.В. Особенности накопления тяжелых металлов в основных пищевых растениях крупного металлургического региона // Гигиена, токсикология, физиология труда и профессиональная патология в промышленности.- Кривой Рог: Криворожский НИИ гигиены труда и профзаболеваний.- 1995.- С.255 - 258. Пошукачем власноруч виконані на 80% хімічні аналізи, на 90% проведена математична обробка одержаних результатів. Автор брав участь у трактовці отриманих результатів. Загальний внесок Савоська В.М. в цю роботу становить 30%.

7. Сметана Н.Г., Савосько В.Н., Гапон В.А., Сметана А.Н. Методы оценки состояния экосистемы региона (на примере ИнГОКа) // Гигиена, токсикология, физиология труда и профессиональная патология в промышленности.- Кривой Рог: Криворожский НИИ гигиены труда и профзаболеваний.- 1995.- С.275-285. Пошукачем власноруч виконаний літературний пошук з проблеми, а також деякі розрахунки. Загальний внесок Савоська В.М. в цю роботу становить 20%.

8. Савосько В.Н., Хацкевич В.И., Сметана А.Н. Некоторые направления развития Кривбасса на основе экологических приоритетов // Усталений розвиток гірничовидобувного регіону (Вибір шляхів).-Кривий Ріг: Екоцентр-К.- 1998.- С.53-59. Пошукачу належить загальна ідея роботи. Він брав участь в проведенні хімічних аналізів (100%), математичній обробці (на 90%) та трактовці отриманих результатів (на 80%). Загальний внесок Савоська В.М. в цю роботу становить 80 %.

9. Савосько В.Н. Геохимическая трансформация природных ландшафтов под влиянием горно-обогатительного комбината // Людина в ландшафті ХХІ століття: гуманізація географії. Проблема постнекласичних методологій. - Київ. - 1998.- С. 176-178.

Тези доповідей:

1. Савосько В.М., Шаповал С.І. До оцінки екологічної ситуації в районі розміщення Північного гірничо-збагачувального комбінату м. Кривого Рогу // Тези доповідей і повідомлень учасників міжнародної науково-практичної конференції «Екологія і освіта: проблеми теорії і практики».- Ч.2. - Умань: УДПІ. - 1994. - С.34. Пошукачем власноруч проаналізовані дані щодо розподілу пилу в приземному шарі атмосфери, проаналізовані ймовірні шляхи аерогенного надходження важких металів в ґрунті. Загальний внесок Савоська В.М. в цю роботу становить 60 %

2. Савосько В.Н. Некоторые аспекты влияния хвостохранилищ на прилегающие территории // Тезисы докладов научно-практической конференции «Актуальные вопросы гигиены, физиологии труда и профпатологии в промышленности».- Кривой Рог: Криворожский НИИ гигиены труда и профзаболеваний. - 1995. - С.113.

3. Шаповал С.И., Савосько В.Н. Состав почвенного покрова и содержание гумуса участка территории СЗЗ СевГОКа // Тезисы докладов научно-практической конференции «Актуальные вопросы гигиены, физиологии труда и профпатологии в промышленности» .- Кривой Рог: Криворожский НИИ гигиены труда и профзаболеваний. - 1995.- С.114. Пошукачем власноруч проведені польові ґрунтознавчі дослідження, відбір зразків ґрунту та деякі елементи їх хімічного аналізу, а також осмислення отриманих результатів. Загальний внесок Савоська В.М. в цю роботу становить 40 %.

4. Савосько В.Н. Накопление микроэлементов в почвах, прилегающих к СевГОКу // Тезисы докладов научно-практической конференции «Актуальные вопросы гигиены, физиологии труда и профпатологии в промышленности».- Кривой Рог: Криворожский НИИ гигиены труда и профзаболеваний.- 1995.- С.116.

5. Савосько В.М. Основні принципи прогнозу забруднення ґрунтів важкими металами, які надходять з технологічними викидами гірничо-збагачувальних комбінатів // Матеріали ХХІІ з'їзду гігієністів України «Пріоритетні проблеми гігієнічної науки, медичної екології, санітарної практики та охорони здоров'я». - Ч.1. – Київ.- 1995. - С.88.

6. Савосько В.Н., Шаповал С.И. Ландшафтная организация регионов - показатель их экологического состояния. // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Экологические аспекты загрязнения окружающей среды». - Ч.1.- Киев.- 1996.- С. 6-7. Пошукачем власноруч виконані на 75% математичні розрахунки. Автор безпосередньо брав участь у тракторці отриманих результатів. Загальний внесок Савоська В.М. в цю роботу становить 65%.

7. Савосько В.Н., Горбань Т.В., Гапон В.А. Некоторые биологические подходы к нормированию содержания тяжелых металлов в почве металлургического региона // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Экологические аспекты загрязнения окружающей среды». - Ч.2. - Киев.- 1996.- С. 210-211. Пошукачу належить загальна ідея цієї роботи. Він брав участь в проведенні хімічних аналізів, математичній обробці та тракторці отриманих результатів. Загальний внесок Савоська В.М. в цю роботу становить 50%.

8. Савосько В.Н. К методике оценки влияния предприятий металлургической и горнодобывающей промышленности на окружающую среду // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми екологічної безпеки та керуваного контролю динамічних природно-техногенних систем».- Ч.1.- Киев.- 1996.- С. 40 - 41.

9. Савосько В.М. Влияние производственной деятельности горно-обогатительного комбината на некоторые показатели буферности почвы // Матеріали Всеукраїнської конференції «Охорона довкілля: екологічні, освітянські, медичні аспекти». - Ч.1.- Кривий Ріг: КДПІ. - 1997.-С.102-103.

10. Гапон В.А., Савосько В.Н., Максимова О.А., Бабаян И.Р., Горбань Т.В. О возможности использования карт распределения загрязнителей в приземном слое атмосферы для проведения контроля состояния окружающей среды // Матеріали Всеукраїнської конференції «Охорона довкілля: екологічні, освітянські, медичні аспекти». - Ч.1.- Кривий Ріг: КДПІ.- 1997.- С.105-106. Пошукачем власноруч виконані на 40 % хімічні аналізи, на 40% проведена математична обробка отриманих результатів. Автор брав участь у тракторці отриманих результатів. Загальний внесок Савоська В.М. в цю роботу становить 30%.

11. Савосько В.Н. Некоторые эколого-гигиенические принципы прогнозирования загрязнения тяжелыми металлами почв в горно-рудных регионах и способы химеремедиации // Материалы конференции «Современные проблемы медицины труда в Украине».-Киев: Институт медицины труда.-1999. - С. 150-155.

12. Савосько В. Н. Распределение тяжелых металлов при их гидрогенном поступлении в почвы горнорудного региона // Материалы международной научно-практической конференции «Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья». –Тирасполь: РИО ПГУ ЭКОДНЕСТР. – С. 253-254.

13. Савосько В.Н. Зависимость распределения подвижных форм тяжелых металлов по почвенному профилю от уровня содержания пыли в приземном слое атмосферы // Тезисы докладов VIII международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов 2001». М: МГУ. – С. 106-107.

14. V. Savosko Ecological role of the geochemical barriers in distribution of heavy metals in soil of the Krivbass (large mining region) // Third SETAC World Congress “Global Environmental Issue in 21st Century: Problems, Causes and Solutions”. – Brighton. – 2000. – P.156.

15. V. Savosko Violation of the geochemical equilibrium in soil of the mining region // Fifth International Symposium and Exhibition on Environmental Contaminated in Central and Eastern Europe. – Prague. –2000. – P.249.

АНОТАЦІЯ

Савосько В.М. Екологічна роль геохімічних бар'єрів міграції в розподілі та акумуляції важких металів в ґрунтах територій, прилеглих до залізорудних гірничо-збагачувальних комбінатів. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 - екологія.- Дніпропетровський Національний університет, Дніпропетровськ, 2001.

Вивчені закономірності розподілу рухомих форм важких металів в чорноземах звичайних та південних. Встановлено, що в ці ґрунти щорічно надходить важких металів аерогенним шляхом 0.11-66 кг на 1 га та гідротехногенним шляхом 0.14-126 кг на 1 га. Вміст рухомих форм металів в чорноземах звичайних та південних в 1.5-2.5 рази ($P < 0.05$) перевище концентрації локального фону Кривбасу. Встановлені діапазони ґрунтових властивостей, що обумовлюють перехід металів з рухомого стану в фіксований. Розроблений спосіб оптимізації вмісту важких металів в ґрунтах шляхом створення штучних геохімічних бар'єрів їх міграції в ґрунті та підтримання показників буферних властивостей ґрунту в оптимальних межах, що забезпечує перехід забруднювачів із рухомих у фіксовані форми.

Ключові слова: важкі метали, акумуляція, вилуговування, геохімічні бар'єри, прогнозування, екологічне ранжування, оптимізація.

SUMMARY

Savosko V.M. The ecological significance of geochemical barriers of migration for spreading and accumulation of heavy metals in soils of territories adjoining to integrated iron-ore mine-concentrating mills.- Manuscript.

Thesis of competition for science degree of biological science's master by speciality 03.00.16 - ecology.- Dnepropetrovsk State University, Dnepropetrovsk, 2001.

The regularities in spreading of mobile heavy metals forms which get to usual and southern chernozem by air and water were revealed. It is established that in these soil annually arrives by an aerogenic way and hydrogenic by a way around 0.41-120 kg per 1ha. The content of the relative frame shapes of heavy metals in 1,5-2,5 times is higher than in control. The intervals of soil properties are detected, which one institutes a minimum content of heavy metals. The mode of optimisation of heavy metals accumulated in soils was carried out. It is based on adjustment of heavy metals availability by application of geochemical barriers. The methods of the chemoremediation are the basic reception of regulating of a content of heavy metals.

Key words: heavy metals, accumulation, leaching, geochemical barriers, prediction, ecological ranking, remediation.

АННОТАЦИЯ

Савосько В. Н. Экологическая роль геохимических барьеров миграции в распределении и аккумуляции тяжелых металлов в почвах территорий, прилегающих к железорудным горно-обогатительным комбинатам. - Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.16 - экология.- Днепропетровский Национальный университет, 2001.

Изучено распределение подвижных форм тяжелых металлов в почвах территорий, прилегающих к Северному и Ингулецкому горно-обогатительным комбинатам (СевГОК и ИнГОК). Данные комбинаты расположены в Криворожском железорудном бассейне (Днепропетровская обл., Украина). Подвижные формы извлекались путем сжигания навески почвы в одно-молярной азотной кислоте с атомно-одсорбционным окончанием. В качестве контроля были выбраны почвы локальных фоновых участков, которые расположены вне зоны техногенного влияния промышленных предприятий, но в пределах природной геохимической аномалии. Исследовалось техногенное накопление подвижных форм тяжелых металлов в почвах при их аэрогенном (с атмосферной пылью) и гидрогенном (с минерализованными грунтовыми водами) поступлениях.

Установлено, что в почвах локального фонового участка Кривбасса содержание подвижных форм тяжелых металлов составляет (мг/кг абсолютно сухой почвы): железа – 771-1449; марганца - 108-3118; цинка - 15.21-25.00; никеля - 21.70-34.61; меди - 5.03-8.43; свинца - 2.15-3.00; кадмия - 0.27-0.81. Отмечается биогенное накопление железа, марганца, цинка, никеля и меди в гумусовых горизонтах. При этом необходимо отметить, что в распределении железа, марганца, цинка, никеля, меди по почвенному профилю контрольных территорий ведущее значение имеет карбонатный геохимический барьер миграции. Максимальное накопление этих металлов выявлено в горизонте АВ, где отмечается одновременно высокое содержание гумуса и карбонатов.

Выявлено, что содержание подвижных форм тяжелых металлов превышает значения локального фона в 1.5-2.5 раза, при их аэрогенном поступлении, и в 2.0-4.0 раза, при их гидрогенном поступлении ($P < 0.05$). На отдельных участках концентрации некоторых металлов до 40 раз превышают контрольные значения ($P < 0.05$). Аэротехногенные тяжелые в подвижных формах мигрируют по почвенному профилю на глубину до 80-100 см. Глубина миграции тяжелых металлов была тем больше, чем меньше концентрация пыли в приземном слое атмосферы, а также зависела от подтипа почвы: в черноземах южных величина миграции металлов выше, чем в черноземах обыкновенных.

Проведенный корреляционно-регрессионный математический анализ позволил выявить приоритетные буферные свойства почв, которые оказывают максимальное влияние на содержание подвижных форм тяжелых металлов, а также соответствующие интервалы этих свойств.

Среди исследованных буферных свойств почв территорий, прилегающих к СевГОКу, наибольшее влияние на распределение подвижных форм тяжелых металлов оказывают содержание гумуса, гранулометрической фракции физической глины и обменного кальция. На ИнГОКе помимо отмеченных свойств почвы, содержание металлов зависит также от гранулометрической фракции ила и обменного магния.

Выполнено прогнозирование накопления тяжелых металлов в поверхностном слое почвы (0-20 см), которое осуществлялось посредством разработки графических и математических моделей. Составленные прогнозные карты (на ближайшие 20 лет) позволили выделить экологически неблагоприятные зоны. Математические модели дали возможность обосновать уровни выбросов пыли, при которых не будет происходить накопление тяжелых металлов в поверхностном слое почвы.

Установлено, что геохимические барьеры оказывают разнонаправленное действие на распределение подвижных форм тяжелых металлов. Анализ полученных данных свидетельствует, что эти барьеры не в состоянии "контролировать" распределение железа и цинка в почвах Кривбасса (черноземах обыкновенных и южных). Поэтому в большинстве почвенных горизонтов отмечается их техногенная аккумуляция. Одновременно геохимические барьеры обуславливают иммобилизацию свинца в черноземах обыкновенных, а марганца - в черноземах южных. Вследствие этого, их содержание в почвах Кривбасса - ниже значений локального фона. В общем, естественные геохимические барьеры в черноземах южных и обыкновенных оказывают значимое влияние на процессы миграции и аккумуляции металлов при условии, если уровень их поступления не превышает 0.5-0.75 кг/га подвижных форм в год.

Разработан и предложен способ оптимизации содержания тяжелых металлов в почвах горнорудных регионов, который заключается в последовательном выполнении следующих этапов: а) предупреждение поступления тяжелых металлов в почву; б) экологическое ранжирование территории в) снижение воздействия накопившихся тяжелых металлов методами хеморемедиации. Основным экологическим подходом снижения неблагоприятного влияния на окружающую среду, уже накопившихся в почвах региона тяжелых металлов, являются приемы хеморемедиации. Под этим термином нами понимается внесение в почву мелиорантов, которые или сорбируют тяжелые металлы, или создают искусственные геохимические барьеры миграции. Тяжелые металлы, попадая на такие барьеры, переходят в фиксированное состояние, тем самым на длительное время исключаются из дальнейшей миграции в окружающей среде.

Ключевые слова: тяжелые металлы, аккумуляция, выщелачивание, геохимические барьеры, прогнозирование, экологическое ранжирование, оптимизация.