

ВАЖКІ МЕТАЛИ В ҐРУНТАХ ЛІСОСТЕПУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

О. В. Бова, к.г.н., доцент, Сумський державний педагогічний університет ім. А.С. Макаренка

У статті наведено результати польових і хіміко-аналітичних досліджень ґрунтів Лісостепу Сумської області - чорноземів, сірих лісових, заплавних лучних, лучно-болотних та дернових боро-вих. Визначено фоновий вміст потенційно-міграційних (кислоторозчинних) форм важких металів, таких як Купрум, Нікол, Кобальт, Плюмбум, Кадмій, Цинк, Манган, Ферум. Проаналізовано їх по-ведінку та розподіл у ґрунтовому профілі. Розглянуто чинники, що впливають на рівні концентрації та міграцію металів у ґрунтах.

Ключові слова: ґрунт, ґрунтовий профіль, важкі метали, потенційно-міграційні (кислотороз-чинні) форми важких металів, ґрунтово-геохімічний фон.

Постановка проблеми. Проблема забруд-нення важкими металами (ВМ) ґрунтів Сумської області є актуальною і недостатньо вивченою. Місто Суми є великим промисловим центром Північної України, в якому зосереджені підприєм-ства хімічної, машинобудівної та інших галузей промисловості. Промислові підприємства та транспорт є головними забруднювачами ВМ те-риторії регіону, тому вкрай важливо встановити ступінь та характер забруднення ВМ ґрунтів. Для вирішення цього завдання необхідно вивчити місцевий ґрунтово-геохімічний фон, для чого бу-ли проведені польові ґрунтові дослідження на значній відстані від урбанізованої території. Як відомо, ВМ можуть знаходитись у різних формах у ґрунті. Найбільш небезпечними є міграційні та потенційно-міграційні (кислоторозчинні) форми. Останні, при підкисленні ґрунтів, можуть активно мігрувати в системі ґрунт-рослина з подальшою міграцією по трофічних ланцюгах.

Мета досліджень полягає у визначенні

фонових рівнів концентрації кислоторозчинних форм ВМ та їх розподілу в ґрунтовому профілі різних типів лісостепових ґрунтів Сумської області.

Виклад основного матеріалу. Встановле-ний середній вміст кислоторозчинних форм ВМ в різних типах лісостепових ґрунтів наведено в таблиці 1.

Купрум. Середній вміст кислоторозчинного Купруму максимальний для гумусних горизонтів. Найбільш значні концентрації елемента відмічені в заплавних лучно-болотних ґрунтах (3,0-5,1 мкг/г), а найменші - в дерново-борових ґрунтах (0,2-0,7 мкг/г). Основну роль у процесах фіксації Купруму в ґрунтах за даними багатьох авторів відіграють органічні речовини та деякі ґрунтові мінерали - карбонати, фосфати та ін. Ймовірно, ключову роль в утворенні слабкорозчинних сполук Купруму відіграють високополімеризовані гумусові кислоти та їх солі [1].

Таблиця 1

**Середній вміст кислоторозчинних форм важких металів
у ґрунтах лісостепу Сумської області, мкг/г сухої речовини**

Генетичні горизонти	Метали							
	Cu	Ni	Co	Cd	Zn	Pb	Mn	Fe
Чорноземи								
A	2,97	3,13	1,34	0,086	2,82	3,23	144,71	620,84
B	2,13	2,85	0,63	0,092	2,44	2,51	61,25	475,50
C	2,0	2,50	1,63	0,110	2,32	2,75	56,50	550,75
Темно-сірі лісові ґрунти								
A	3,15	4,50	2,5	0,11	3,69	2,20	313,5	900,0
A ₁ A ₂	1,88	1,91	1,19	0,031	2,00	1,75	162,5	1050,2
A ₂ B	2,75	1,91	1,19	0,11	1,75	1,90	78,75	1350,4
C	2,50	1,77	1,25	0,13	2,31	2,00	73,44	1200,1
Заплавні лучні ґрунти								
A	2,75	5,42	2,50	0,22	5,63	3,75	462,50	5083,3
B	2,83	3,96	1,25	0,06	6,00	2,84	250,11	4416,7
C _{gl}	1,88	3,50	2,50	0,31	2,31	2,25	104,38	1916,7
Заплавні лучно-болотні ґрунти								
A	5,12	7,88	2,13	0,63	8,96	5,25	209,1	4750,2
B _{gl}	4,50	4,25	1,88	0,75	9,30	4,50	428,25	3354,2
C _{gl}	4,13	5,50	2,11	0,25	9,45	2,12	180,4	2416,6
Дернові борові ґрунти								
A	0,65	0,25	0,63	0,04	1,88	1,25	22,5	437,5
A ₁ A ₂	0,6	0,27	0,31	-	0,75	0,25	4,69	350,0
B	0,62	0,45	-	-	1,38	1,25	4,69	225,2
C	0,18	-	0,25	-	0,3	-	11,0	126,1

Примітка: - не виявлено

Особливості розподілу кислоторозчинного купруму у вертикальному профілі вивчених ґрунтів характеризується поступовим зниженням концентрацій елемента з глибиною. У темно-сірих ґрунтах, поряд з аккумуляцією Купруму в гумусному горизонті, відмічений другий максимум- в елювіально-ілювіальному горизонті.

Нікол. Відносно невисока частка Ніколу, що екстрагується з ґрунтів 1NHNO_3 , можна пояснити тим, що цей елемент міцно фіксується різними ґрунтовими компонентами. За нашими даними, найбільш забезпечені кислоторозчинним ніколом заплавні ґрунти, які збагачені сполуками Мангану та Феруму. В цих ґрунтах частка кислоторозчинного Ніколу складає 15-20 % його загального вмісту в верхніх горизонтах і підвищується до 25-40 % в ґрунтоутворюючих породах. Оскільки останні містять незначну кількість органічних та тонкодисперсних компонентів, логічно уявити, що кислоторозчинний Нікол зв'язаний з оксидами Феруму та Мангану. У верхніх горизонтах ґрунтів Нікол, ймовірно, фіксується головним чином органічною речовиною. Порівнюючи вміст Ніколу в чорноземах і сірих лісових ґрунтах, можна відмітити, що останні більш збагачені цим металом. Вірогідно, в умовах дещо підкислених ґрунтових розчинів темно-сірих лісових ґрунтів, відбувається більш активне вивільнення Ніколу та підвищення його мобільності. У всіх досліджених ґрунтах розподіл кислоторозчинного Ніколу в ґрунтовому профілі характеризується максимальним вмістом елемента в гумусному горизонті. Виключення складають дерново-борові ґрунти, в яких відмічено певне накопичення металу в горизонті В.

Кобальт. У порівнянні з Ніколом і Купрумом, Кобальт слабкіше утримується ґрунтовими компонентами. Про це свідчить більш високий відносний вміст елемента. Максимальний він в заплавних ґрунтах - 40-45 %. Поведінка та розподіл Кобальту в ґрунтах залежить від вмісту окисних форм Мангану і Купруму, органічної речовини та тонкодисперсних частинок. Відомо, що особливо активно Кобальт сорбується оксидами Мангану, а його рухливість у значній мірі залежить від характеру органічної речовини ґрунтів [2]. У досліджених чорноземних ґрунтах вміст кислоторозчинного Кобальту зменшується від горизонту А до горизонту В і знову підвищується у ґрунтоутвірній породі. В 1NHNO_3 витяжку переходить в середньому 13-18 % від його валового вмісту в ґрунтах. Темно-сірі лісові ґрунти характеризуються чітко вираженим максимумом концентрацій елемента в гумусному горизонті. Ймовірно, як і для Ніколу, розчинність Кобальту обумовлена менш міцними зв'язками з органічною речовиною. В гідроморфних ґрунтах заплавних луків з'ясовано накопичення елемента в верхньому горизонті і ґрунтоутвірній породі. Така закономірність виявлена для більш дрена-

ваних заплавних лучних ґрунтів. Вірогідно, що в умовах відновлювального середовища, відбувається певне зниження розчинності кобальту. Розподіл концентрацій елемента в профілі дерново-борових ґрунтів повторює розподіл гумусу і характеризується певною аккумуляцією металу в горизонті А.

Цинк. Відомо, що основними факторами, що сприяють закріпленню Цинку у ґрунтах є глинисті мінерали та водні оксиди феруму та алюмінію. Вхідження елемента до складу органічних ліганд і мінеральних сполук, на думку низки авторів, у цілому, незначне [2]. Виконані нами дослідження засвідчили, що в чорноземних та темно-сірих лісових ґрунтах відносний вміст металу становить 5-10 %. Деяке збільшення розчинності Цинку в ґрунтоутвірних лесовидних суглинках можна пояснити більш слабким утриманням елемента глинистими мінералами при підвищених показниках рН. Для абсолютних концентрацій кислоторозчинного Цинку автоморфних ґрунтах чітко простежується їх максимум у верхніх гумусних горизонтах. Вміст металу помітно збільшується в заплавних лучних та лучно-болотних ґрунтах, в яких в азотнокислу витяжку переходить 15-25 % його загальної кількості. Не виключено, що у супераквальних умовах при підвищених показниках рН, додаткова мобілізація елемента здійснюється продуктами анаеробного розкладу рослинних решток. В лучних ґрунтах центральної заплави добре простежується диференціація елемента в вертикальному профілі з максимумом у горизонтах А і В. В дерново-борових ґрунтах вміст металу становить 1,5-1,88 мкг/г сухої речовини. У порівнянні з автоморфними ґрунтами Цинк у ґрунтах соснових борів утримується менш міцно, що знаходить відображення у більш високому відносному вмісті елемента (11-13 %).

Кадмій. Головний чинник, що визначає вміст Кадмію в ґрунтах – це хімічний склад ґрунтоутворювальних порід. При руйнуванні порід іони Кадмію, що звільнюються, фіксуються та утримуються глинистою фракцією ґрунтів, органічною речовиною, оксидами та гідроксидами Феруму та Алюмінію [3]. Міцність вбирання елемента компонентами ґрунтів незначна і він може легко переходити у розчин, при цьому розчинність його сильно залежить від величини рН. Одноразова азотна кислота витягує з верхніх горизонтів автоморфних чорноземів та темно-сірих лісових ґрунтів 0,08-0,1 мкг/г сухої речовини. З глибиною вміст металу збільшується і досягає максимуму в ґрунтоутворюючих породах. Підвищений вміст Кадмію мають заплавні ґрунти. Особливо активно він накопичується в заболочених лучно-болотних ґрунтах, де спостерігається поверхневе накопичення елемента (0,6-0,8 мкг/г). Для більш дренажних заплавних лучних ґрунтів максимум кислоторозчинного Кадмію припадає

на горизонти А і С відповідно - 0,22 та 0,31 мг/г. У мінімальній кількості Кадмію виявлено в дерново-борових ґрунтах, де його накопичення пов'язано з органічною речовиною гумусного горизонту (0,04 мг/г).

Плюмбум. Вміст Плюмбуму в ґрунтах визначається його кількістю в ґрунтоутворюючій породі. За геохімічними властивостями він близький до групи двохвалентних лужноземельних елементів, які він може заміщувати як в обмінних позиціях ґрунтового вбирного комплексу, так і в мінералах. Плюмбум утримується в ґрунтах переважно глинистими частинками, оксидами Мангану, гідроксидами Феруму та Алюмінію, а також органічною речовиною [1]. Для автоморфних чорноземів та сірих лісових ґрунтів кількість азотно-кислого Плюмбуму складає 10-17 % від його валових концентрацій. Найвищий вміст елемента мають чорноземи. Це характерно як для абсолютних, так і відносних концентрацій. Причина цього, ймовірно, полягає в антропогенному забрудненні металом на глобальному рівні. Співставлення концентрацій кислоторозчинних форм Плюмбуму в цілинних та орних чорноземах свідчить про збагачення металом останніх, що, ймовірно, пояснюється використанням добрив, пестицидів та інших речовин у сільгоспвиробництві. Максимальні концентрації Плюмбуму виявлено в гідроморфних ґрунтах заплави - 3,5-5,5 мг/г. Збільшення абсолютних концентрацій елемента в цих ґрунтах поєднується із зростанням розчинності плюмбумомістких компонентів (20-25 %). Для дерново-борових ґрунтів накопичення кислоторозчинних форм металу не характерне. Кількість його не перевищує 1,25 мг/г. Характер розподілу Плюмбуму в ґрунтового профілю однотиповий для чорноземів і заплави ґрунтів. У цих ґрунтах металом збагачені верхні горизонти. В ґрунтах широколистяних дібров і соснових борів розподіл «рухомого» Плюмбуму дещо відрізняється від вище відміченого. Максимум елемента припадає на горизонти А1 та В.

Манган. Знаходиться в ґрунтах переважно у вигляді оксидів і гідроксидів Мангану, які часто мають форму конкрецій, а також органічних та неорганічних комплексів. Розчинність металу в значній мірі визначається величинами рН і Ен ґрунтових розчинів. Форми знаходження Мангану, його поведінка вивчалась багатьма дослідниками [1; 4 та ін.]. Кислоторозчинні сполуки Мангану в найбільших концентраціях виявлено у заплави ґрунтах та лучно-болотних ґрунтах. Основна кількість «рухомого» Мангану пов'язана з гумусними горизонтами, в яких відносний вміст елемента в деяких випадках досягає 40-60 %. Підвищена мобілізація Мангану в суперкавальних ґрунтах пояснюється слабкою стійкістю металорганічних комплексів і здатністю елемента утворювати в умовах надлишкового зволоження рухомий бікарбонат Mn. Відомо, що комплексоутворення

іонів Мангану з гуміною кислотою є менш стійким при підвищених рН [1]. В автоморфних ґрунтах концентрації кислоторозчинного Мангану знижуються. Зменшується також його розчинність (20-30 %). Значний вміст металу в гумусних горизонтах є наслідком його фіксації органічною речовиною. Аналогічна тенденція в розподілі Мангану виявлена і для дернових борових ґрунтів, де вміст його в цілому незначний.

Ферум. За даними К. Кабата-Пендіас, А. Пендіас у ґрунтах, збагачених органічними речовинами, Ферум знаходиться в основному у вигляді хелатних форм [1]. Рухомість різних форм цього елемента в ґрунтах у значній мірі контролюється кислотно-основними умовами середовища. Кислі та відновлювальні умови сприяють розчиненню феруммістких сполук. В досліджених нами ґрунтах кількість кислоторозчинного Феруму складає незначну частку від його загального вмісту в ґрунтах. Для чорноземів, темно-сірих лісових та дерново-борових ґрунтів вона не перевищує 3-4 %. Інша ситуація характерна для перезволожених заплави ґрунтів. Процеси відновлення Fe^{3+} до Fe^{2+} , що відбуваються в заплави ґрунтах, сприяють переходу сполук Феруму в більш розчинні форми. Вірогідно, переважна кількість «рухомого» Феруму представлена у цих ґрунтах слабкостійкими хелатами та органічними комплексами [1].

Виконаний статистико-математичний аналіз розподілу вмісту кислоторозчинних форм ВМ, який проводився для гумусних горизонтів чорноземних ґрунтів свідчить про те, що коефіцієнти асиметрії та ексцесу незначні, розподіл близький до нормального. Найбільша варіабельність вмісту відмічена для Кадмію і Плюмбуму. Коефіцієнт варіації цих елементів дорівнює відповідно 44,65 і 47,37. Вибіркові сукупності інших елементів більш однорідні, коефіцієнт варіації не перевищує 30 %. Гіпотеза про відсутність реальних відмінностей між емпіричним розподілом і нормальним теоретичним бралась при достовірній вірогідності 95 %.

Висновки. Отримані дані свідчать, що найбільш активно 1н HNO_3 витягує Ферум, вміст якого у витяжці складає сотні мг/г сухої речовини. Вміст Мангану змінюється в широких межах - від одиниць до сотень мг/г. Менша різноманітність концентрацій відмічена для Купруму, Ніколу, Кобальту, Цинку, Плюмбуму і Кадмію. За виключенням Кадмію, вміст якого не перевищує десятих часток мг/г, концентрація цих елементів складає одиниці мг/г сухої речовини. Встановлений вміст кислоторозчинних форм металів не однаковий для різних типів ґрунтів. Найбільш забезпеченими ВМ є гідроморфні лучні заплави ґрунти. Вірогідно, перезволоженість і періодична зміна окисно-відновного режиму у поєднанні зі слабколужною реакцією середовища обумовлюють підвищену

розчинність і рухливість значної групи металів. Значно кращі умови для міцного утримування металів мають автоморфні чорноземи та темно-сірі лісові ґрунти, органічна речовина і тонкодисперсні глинисті мінерали яких утворюють з металами важкорозчинні сполуки. Відносний вміст металів в автоморфних ґрунтах складає 15 % для

Купруму, 9-12 % - Ніколу, 11-17 % - Плюмбуму, 3-4 % - Феруму, 5-10 % - Цинку, 20-30 % - Мангану, 13-18 % (чорноземи) і 30 % (темно-сірі лісові ґрунти) - Кобальту. У заплавлених лучних та лучно-болотних відносний вміст майже всіх елементів збільшується, досягаючи 50-60 % (Манган).

Список використаної літератури:

1. Кабата-Пендіас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендіас, Х. Пендіас. – М. : Мир, 1989. – 426 с.
2. Зырин Н. Г. К вопросу о формах соединений Си, Zn и Pb и доступность их растениям / Н. Г. Зырин, Н. А. Чеботарева // Содержание и формы микроэлементов в почвах. – М. : Наука, 1979. – С. 30–37.
3. Горбатов В. С. Динамика трансформации малорастворимых соединений цинка, свинца и кадмия в почвах / В. С. Горбатов, А. И. Обухов // Почвоведение. – 1989. – №6. – С. 129–123.
4. Зырин Н. Г. Узловые вопросы учения о микроэлементах в почвоведении : автореф.дисс... д-ра биол.наук / Зырин Н. Г. – М., 1968. – 45 с.
5. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Аринушкина Е. В. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 487с.
6. Обухов А.И. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Обухов А. И. – М. : Гидрометеоиздат, 1981. – 109 с.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ЛЕСОСТЕПИ СУМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Бова

В статье приводятся результаты полевых и химико-аналитических исследований почв лесостепи Сумской области - черноземов, серых лесных, пойменных луговых и лугово-болотных, дерново-боровых. Определено фоновое содержание потенциально-миграционных (кислоторастворимых) форм тяжелых металлов, таких как Медь, Никель, Кобальт, Свинец, Кадмий, Цинк, Марганец и Железо. Проанализировано их поведение и распределение в почвенном профиле. Рассмотрены факторы, которые влияют на уровни концентрации и миграцию тяжелых металлов в почвах.

Ключевые слова: почва, почвенный профиль, тяжелые металлы, потенциально-миграционные (кислоторастворимые) формы тяжелых металлов, почвенно-геохимический фон.

HEAVY METALS IN THE SOILS OF FOREST-STEPPE IN SUMY REGION

O. V. Bova

The article covers the results of the field and chemical-analytical studies of the soils of forest-steppe in Sumy region. They are chernozems, grey forest soils, floodplain meadow soils, meadow-bog and sod-elutions soils. The background contents of potentially-migratory (cyclotorsion) forms of heavy metals are determined, such as Cuprum, Nickel, Cobalt, Lead, Cadmium, Zinc, Manganese, Iron. Their behavior and distribution were analyzed in the soil profile. The factors are considered, that affect the levels of concentration and migration of the metals in soils.

Key words: soil, soil profile, heavy metals, the potentially migratory (cyclotorsion) forms of heavy metals, soil-geochemical background.

Надійшла до редколегії: 15.04.2017.

Рецензент: Захарченко Е.А.

УДК 633.2

ВПЛИВ СПОСОБІВ І ГЛИБИНИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ НА СИЛОС

А. О. Бутенко, к.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет

О. М. Данильченко, к.с.-г.н., ст. викладач, Сумський національний аграрний університет

М. Г. Собко, к.-с.-г.н., с.н.с., Інститут сільського господарства Північного Сходу НААНУ

Висвітлені результати впливу способів і глибини основного обробітку ґрунту на продуктивність кукурудзи при вирощуванні на силос. Встановлені найбільш ефективні способи основного обробітку ґрунту під кукурудзу на силос в польових кормових сівозмінах.

Наведено аналіз, який засвідчив, що способи основного обробітку під кукурудзу мали суттєвий вплив на продуктивність культури. За результатами дослідів визначено, що на контролі (по-