

УДК 550.42:546.4

Т.М. Мислива

к.с.-г.н.

Житомирський національний агроекологічний університет

Рецензент – член редколегії «Вісник ЖНАЕУ», д.с.-г.н. Куян В.Г.

МІДЬ У ҐРУНТАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Встановлено закономірності розподілу валових і рухомих форм міді по генетичних горизонтах ґрунтового профілю основних типів ґрунтів агро- та лісових екосистем Житомирського Полісся та оцінено рівень забруднення ґрунтового покриву рухомими формами міді.

Постановка проблеми

Однією з причин погіршення якості ґрунтів є їх техногенне забруднення внаслідок дії промислових емісій поллютантів, насамперед важких металів. Наслідком негативного впливу забруднювачів на ґрунт є: зростання їх концентрації до критичного рівня; значні зміни фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтів (рН, ємність катіонного обміну, руйнування структури, загибель мікробіоценозів, зниження ферментативної активності); зменшення продуктивності та погіршення якості продукції агроценозів; розвиток ерозійних процесів; повне руйнування генетичних горизонтів ґрунту; утворення техногенних пустель [4, 20, 26, 27]. Найбільш значного забруднення рухомими формами важких металів зазнають ґрунти мегаполісів та населених пунктів, розташованих у районах із високим ступенем концентрації промислового виробництва [13, 28]. Однак внаслідок посилення антропогенного впливу на довкілля, погіршення екологічної ситуації, що пов'язано із забрудненням ґрунтового покриву важкими металами, спостерігається й в аграрних регіонах нашої держави [6, 17].

Аналіз останніх результатів досліджень

Питанням забруднення ґрунтового покриву важкими металами присвячена значна кількість досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних авторів [13, 28, 17, 3, 14, 30 та ін.]. Вагомий вклад у вивчення особливостей міграції й акумуляції мікроелементів у ґрунтах України внесли П.А. Власюк, М.К. Крупський, А.М. Александрова [7, 16] та багато інших учених. Закономірності розподілу хімічних елементів у ґрунтах з метою ландшафтно-геохімічного районування території України досліджував Б.Ф. Міцкевич [23, 25].

Значна кількість наукових праць присвячена безпосередньо особливостям міграції й акумуляції міді в ґрунтовому покриві України. Характер розподілу Cu у ґрунтах Лівобережного Лісостепу досліджено в роботі А.К. Воробйової [9];

закономірності розподілу міді в ґрунтах Донбасу встановлені дослідженнями, результати яких викладено в роботі А.С. Воблая [8]. Дослідження Г.Д. Дзямана [10] присвячені встановленню закономірностей розподілу Си в дерново-підзолистих ґрунтах західноукраїнського Полісся, роботи Ю.М. Дмитрука [11] – особливостям профільного розподілу міді в ґрунтах Карпатського регіону. Геохімії важких металів у основних типах ґрунтів України присвячено ряд робіт Е.Я. Жовінського, І.В. Кураєвої, А.І. Самчука, А.І. Фатєєва [13, 28, 17, 24].

Особливостям розподілу міді в орних ґрунтах Житомирської області присвячені роботи Л.Л. Щетініної та Г.А. Корбута [15, 29]; характеру міграції й акумуляції цього елемента у ґрунтах лучних і лісових ландшафтів заповідних територій – роботи А.І. Самчука та Е.Я. Жовінського [5, 28]; агроландшафтів – Т.М. Мисливої та Л.Л. Довбиш [12, 22]; агроселітебних ландшафтів – Мисливої Т.М. та Р.А. Валерко [7, 21]. Однак поза увагою дослідників лишилися питання особливостей розподілу валових і рухомих форм міді по ґрунтовому профілю різних типів ґрунтів Полісся, чому й присвячена дана робота.

Завдання досліджень

В ході виконання досліджень нами було поставлено за мету вирішити такі завдання:

- встановити особливості розподілу валових і рухомих форм міді по генетичних горизонтах ґрунтового профілю основних типів ґрунтів агро- та лісових екосистем Житомирського Полісся;
- оцінити рівень забруднення ґрунтового покриву лісових і агроландшафтів рухомими формами міді;
- визначити запаси рухомої міді в ґрунтовому профілі основних типів ґрунтів Житомирського Полісся.

Об'єкти і методика проведення досліджень

Досліджувався вміст рухомих форм важких металів у ґрунтах орних земель на території Баранівського, Брусилівського, Володар-Волинського, Смільчинського, Коростенського, Коростишівського, Лугинського, Малинського, Народицького, Овруцького, Олевського, Радомишльського, Червоноармійського та Черняхівського районів Житомирської області. Дослідження проводились протягом 2005–2010 років згідно з вимогами методики [18]. Підготовку зразків ґрунту до аналізу виконували згідно з ГОСТом 17.4.4.02-84. Аналіз ґрунту на вміст важких металів здійснювався за методом атомно-абсорбційної спектрометрії у модифікації ЦІНАО на приладі марки С 115–1М, екстракція важких металів проводилась 1 М HNO₃ [19]. Оцінка екологічного стану ґрунту щодо наявності в ньому рухомих форм важких металів проводилась шляхом порівняння фактичного їх вмісту у ґрунті з такими показниками, як гранично допустима концентрація та геохімічний фон для даного типу ґрунту [1]. Для

оцінки ступеня небезпечності елемента-забруднювача використовували коефіцієнт безпеки – співвідношення між концентрацією полютанта та його граничнодопустимою концентрацією (ГДК). Визначення коефіцієнта безпеки ($K_{нб}$) полютанта здійснювали за формулою:

$$K_{нб} = \frac{C_i}{ГДК_i} \geq 1, \quad (1)$$

де C_i – концентрація i -ої забруднюючої речовини, мг/кг; $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація i -ої забруднюючої речовини, мг/кг [2].

Рухомість важких металів – показник, що дозволяє судити про можливість їх перетворення з валових форм у доступні для рослин рухомі форми, – розраховували за формулою:

$$P = \frac{PфВМ}{ВфВМ} \times 100\% \quad (2)$$

де $PфВМ$ – рухома форма важкого металу, мг/кг; $ВфВМ$ – валова форма важкого металу, мг/кг.

Статистична обробка експериментальних даних була проведена з використанням пакета прикладних програм Microsoft Excel та Statistica 6.0.

Результати досліджень та їх обговорення

Вміст Cu у ґрунті, насамперед, залежить від мінералогічного і гранулометричного складу ґрунтоутворюючих порід, типу ґрунтоутворюючого процесу, хімізму та рівня залягання ґрунтових вод, кількості та якості органічної речовини ґрунту, інтенсивності антропогенної діяльності тощо. Основні ґрунтоутворюючі породи Полісся традиційно бідні на мідь [22], особливо мало їх вміщують флювіогляціальні й древньоалювіальні піщані відклади, а також продукти вивітрювання кристалічних порід. У зв'язку з цим, і ґрунти Полісся характеризуються відносно низькими запасами валової міді, які коливаються в середньому від 4 до 13 мг/кг (табл. 1). Це обумовлено, насамперед, якісним складом ґрунтовірних порід, гранулометричним складом ґрунту і вмістом у ньому гумусу. Чим важчий гранулометричний склад материнської породи і, відповідно, сформованого на ній ґрунту, тим більші в ньому запаси гумусу. Саме тому найбільші запаси валової міді мають дернові глейові, лучні та болотні ґрунти, а мінімальні вміщують дерново-підзолисті піщані і супіщані ґрунти, сформовані на древньоалювіальних і флювіогляціальних відкладах. Вміст валової міді у ґрунтах лісових і агроландшафтів Житомирського Полісся варіює в межах від 20 % до 36 %. Вищі коефіцієнти варіації характерні переважно для дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтів, підстелених елювієм масивно-кристалічних порід.

Низькі запаси валових форм міді у поліських ґрунтах зумовлюють і порівняно низький вміст її рухомих форм. Забезпеченість 0–20 см шару орних

ґрунтів рухомими формами цього мікроелемента є низькою та дуже низькою і в середньому знаходиться на рівні 1,1–2,0 мг/кг [22]. Найвищий вміст рухомих форм міді зафіксований в орному шарі ясно-сірих опідзолених ґрунтів та дерново-підзолистих ґрунтів легкосуглинкового гранулометричного складу (табл. 2).

Досить високим виявився вміст рухомих форм міді в дерново-підзолистих глинисто-піщаних глейових ґрунтах. Вочевидь, це пов'язано з більш кислою реакцією ґрунтового розчину оглеєних ґрунтів і більшим вмістом в них органічної речовини. Найменш забезпеченими рухомою міддю виявились ґрунти, що сформувались на продуктах вивітрювання кристалічних порід. Вміст рухомої міді у ґрунтах агроландшафтів, залежно від типу ґрунту, варіює в межах від 10–13 % до 50–77 %.

Високі коефіцієнти варіації вмісту рухомої міді характерні переважно для глеюватих і глейових ґрунтів, а також для піщаних ґрунтів, підстелених елювієм масивно-кристалічних порід. Найменш варіює вміст рухомої міді у дерново-підзолистих неоглеєних та ясно-сірих опідзолених ґрунтах.

Однозначно можна стверджувати, що для ґрунтів лісових і агроландшафтів (за виключенням агроселітебних ландшафтів) Полісся Житомирщини мідь не можна розглядати як елемент-забруднювач довкілля. Її слід вважати мікроелементом, причому таким, що знаходиться в мінімумі й потребує поповнення запасів, особливо з огляду на те, що внаслідок тривалої економічної кризи в аграрному секторі економіки застосування мікродобрив, у тому числі й мідєвміщуючих, зведено до нуля. Про це свідчить і коефіцієнт небезпечності рухомих форм міді у дерново-підзолистих ґрунтах, який для агроландшафтів коливається від 0,3 до 0,77, а для лісових екосистем – від 0,16 до 0,32 (рис. 1).

Таблиця 1. Статистичні характеристики вмісту валових форм мілі в окремих ґрунтоутворюючих породах та ґрунтових відмінах лісових і агроландшафтів Житомирського Полісся, 2005–2010 рр.

Назва ґрунтової породи / ґрунту	Вміст, мг/кг			Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації, %
	min	max	mid		
Флювіогляціальні і древньоалювіальні піщані відкладення, n = 8	2,2	12,7	5,0	0,44	24
Флювіогляціальні супіски, n = 8	2,7	14,3	6,0	0,53	23
Супіщана безкарбонатна морена, n = 8	3,2	15,4	6,5	0,46	21
Леси і лесовидні суглинки, n = 8	5,5	18,2	8,6	0,61	24
Продукти вивітрювання кристалічних порід, n = 4	4,2	10,3	7,3	0,59	22
Озерні відкладення, n = 4	6,5	19,4	8,6	0,63	24
*Дерново-слабодізолистий піщаний на флювіогляціальних відкладеннях, n = 16	3,6	10,8	6,9	0,62	36
*Дерново-слабодізолистий піщаний на древньоалювіальних відкладеннях, n = 14	3,2	9,4	6,1	0,54	34
Дерново-слабодізолистий піщаний на флювіогляціальних пісках, n = 9	2,3	4,8	3,6	0,31	26
Дерново-середньодізолистий супіщаний на флювіогляціальних відкладеннях, n = 16	2,0	5,6	3,8	0,32	33
Дерново-середньодізолистий супіщаний на морені, n = 12	2,6	5,3	3,9	0,28	25
*Дерново-середньодізолистий супіщаний на морені, n = 10	2,8	5,6	4,0	0,33	24
Ясно-сірий опідзолений супіщаний на лесовидних суглинках, n = 10	3,2	4,0	3,8	0,27	20
Сірий опідзолений великопилувато-легкосуглинковий на лесовидних суглинках, n = 10	4,0	5,8	4,6	0,39	22
Темно-сірий опідзолений піщано-легкосуглинковий на лесовидних суглинках, n = 8	4,3	6,2	5,1	0,42	23
Дерновий глибокий глейовий супіщаний на воднольодовикових відкладах, n = 8	8,7	15,6	12,4	0,73	23
Лучний опідзолений суглинковий на безкарбонатних глинах, n = 8	6,8	12,2	9,6	0,68	22

*Горфувато-болотний, n = 6	4,8	23,5	12,5	1,67	48
----------------------------	-----	------	------	------	----

Примітка: * – ґрунти лісових екосистем

Таблиця 2. Статистичні характеристики вмісту рухомих форм міді в окремих ґрунтових відмінах агроландшафтів поліської частини Житомирської області, 2005–2010 рр. (шар ґрунту 0–20 см)

Назва ґрунту	Вміст, мг/кг			Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації, %
	min	max	mid		
Дерново-підзолисті глеюваті супіщані, n = 29	0,33	4,43	1,40	0,15	58
Дерново-підзолисті глеюваті легкосуглинкові, n = 6	2,05	2,47	2,31	0,12	60
Дерново-підзолисті супіщані глейові, n = 11	0,30	4,23	1,34	0,28	77
Дерново-підзолисті глейові супіщані осушені, n = 14	0,12	2,55	1,20	0,19	59
Дерново-підзолисті глинисто-піщані глейові, n = 8	0,72	6,25	2,27	0,33	75
Дерново-підзолисті неоглеєні глинисто-піщані, n = 6	1,56	2,09	1,91	0,12	13
Дерново-підзолисті глинисто-піщані ґрунти, підстелені елювієм масивно-кристалічних порід, n = 6	0,38	1,19	0,91	0,26	50
Дерново-підзолисті супіщані ґрунти, підстелені елювієм масивно-кристалічних порід, n = 8	0,25	2,56	1,25	0,26	61
Дерново-підзолисті піщані ґрунти, підстелені елювієм масивно-кристалічних порід, n = 11	0,23	2,25	1,10	0,20	62
Дерново-підзолисті глеюваті глинисто-піщані, n = 8	0,30	7,11	2,17	0,77	77
Дерново-підзолисті глейові глинисто-піщані та супіщані осушені, n = 6	0,45	1,38	0,89	0,26	52
Дерново-підзолисті неоглеєні супіщані, n = 10	0,33	2,80	1,41	0,22	49
Дерново-підзолисті супіщані поверхнево-глеюваті, n = 6	0,61	2,80	1,56	0,64	56
Дерново-підзолисті неоглеєні піщані, n = 6	0,78	1,12	0,99	0,10	19
Дерново-підзолисті неоглеєні глинисто-піщані, n = 6	0,56	1,41	1,07	0,26	42
Дерново-підзолисті глинисто-піщані глейові, n = 8	0,44	2,15	1,58	0,39	50
Ясно-сірі опідзолені глеюваті супіщані, n = 8	1,43	2,87	2,16	0,32	30
Ясно-сірі опідзолені легкосуглинкові, n = 8	1,51	2,85	2,32	0,22	19

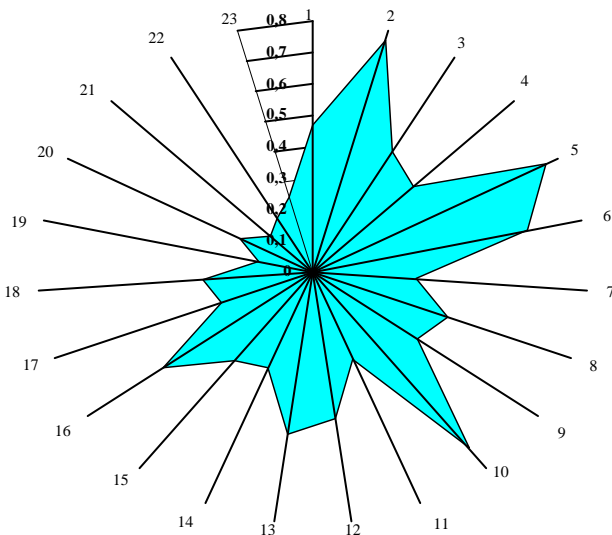


Рис. 1. Коефіцієнт небезпечності вмісту рухомих форм міді у дерново-підзолистих ґрунтах Житомирського Полісся

Для рисунка 1 прийнято такі позначення:

1–16 – *ґрунти агроекосистем*: 1 – дерново-підзолисті глеюваті супіщані; 2 – дерново-підзолисті глеюваті легкосуглинкові; 3 – дерново-підзолисті супіщані глейові; 4 – дерново-підзолисті глейові супіщані осушені; 5 – дерново-підзолисті глинисто-піщані глейові; 6 – дерново-підзолисті неоглеєні глинисто-піщані; 7 – дерново-підзолисті супіщані ґрунти, підстелені елювієм масивно-кристалічних порід; 8 – дерново-підзолисті піщані ґрунти, підстелені елювієм масивно-кристалічних порід; 9 – дерново-підзолисті глеюваті глинисто-піщані; 10 – дерново-підзолисті глейові глинисто-піщані та супіщані осушені; 11 – дерново-підзолисті неоглеєні супіщані; 12 – дерново-підзолисті супіщані поверхнево-глеюваті; 13 – дерново-підзолисті неоглеєні піщані; 14 – дерново-підзолисті глинисто-піщані глейові; 15 – ясно-сірі опідзолені глеюваті супіщані; 16 – ясно-сірі опідзолені легкосуглинкові; 17–24 – *ґрунти лісових екосистем*: 17 – дерново-слабопідзолисті супіщані; 18 – ясно-сірі опідзолені; 19 – торфово-болотні; 20 – дерново-слабопідзолисті піщані; 21 – торфувато-болотні; 22 – дерново-слабопідзолисті піщані; 23 – дерново-середньопідзолисті супіщані; 24 – дерново-середньопідзолисті оглеєні супіщані.

Акумуляція у верхніх горизонтах – характерна риса розподілу міді в ґрунтовому профілі. Це явище є результатом комплексної дії природних (біологічна акумуляція) і техногенних (привнесення забруднювача) чинників. На накопичення і форми знаходження міді в ґрунтовій екосистемі впливають також й екологічні умови. У слабопідзолистих ґрунтах під сосновим лісом спостерігається біологічна акумуляція міді в лісовій підстилці та гумусово-елювіальному горизонті; поступове зниження її вмісту в напрямку до материнської породи (рис. 2).

У дерново-слабопідзолистих піщаних ґрунтах агроландшафтів спостерігається зниження запасів рухомої міді по всьому ґрунтовому профілю. Причому, більш чітко це зниження простежується для верхніх генетичних горизонтів профілю. Дерново-слабопідзолисті супіщані ґрунти накопичують більше рухомої міді по всьому профілю, порівняно з піщаними різновидами. Навіть дерново-слабопідзолисті ґрунти під лісом містять менше рухомої міді, ніж супіщані ґрунти. Для супіщаних ґрунтів характерним є також підвищення вмісту рухомої міді в напрямку до материнської породи. Це зумовлено міцним зв'язуванням міді в цих ґрунтах органічною речовиною. Процес оглеєння також сприяє підвищенню вмісту рухомої міді в материнській породі. У піщаних ґрунтах, навпаки, процес оглеєння сприяє зниженню запасів рухомої міді в материнській породі та у прилеглих до неї горизонтах, вочевидь, внаслідок посилення процесів вилуговування за рахунок підвищеної фільтрації води (рис. 2).

Дерново-середньопідзолисті супіщані ґрунти містять більше рухомої міді, ніж дерново-слабопідзолисті піщані. Її вміст у верхньому гумусовому горизонті коливається від 1,2 до 0,5 мг/кг. Спостерігається певне зниження вмісту рухомої міді в підзолистому горизонті ґрунтового профілю дерново-середньопідзолистих ґрунтів. В окремих випадках дещо більші кількості рухомої міді зосереджуються в ілювіальному горизонті, проте найчастіше спостерігається досить рівномірний її розподіл по ґрунтовому профілю. Більші запаси рухомої міді характерні для дерново-середньопідзолистих глейових та дерново-сильнопідзолистих супіщаних ґрунтів (рис. 3).

В дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах, розвинених на морені, вміст рухомої міді коливається в межах від 8 до 26%. Варто зазначити, що дерново-середньопідзолисті супіщані ґрунти на морені накопичують менше рухомої міді, порівняно з дерново-підзолистими супіщаними ґрунтами на флювіогляціальних відкладах. Ця різниця в шарі 0–150 см сягає 5–14 кг/га. Глеюваті різновиди дуже мало відрізняються за запасами міді від неоглеєних, а глейові відміни вміщують значно більші кількості цього елемента. Вочевидь, це пов'язане з більш кислою реакцією ґрунтового розчину оглеєних ґрунтів і більшим вмістом у них органічної речовини.

У сірих опідзолених ґрунтах основні запаси рухомої міді приурочені до верхніх гумусових горизонтів, а з наближенням до материнської породи вони поступово зменшуються (рис. 4). Для ясно-сірих опідзолених ґрунтів під лісом динаміка запасів рухомої міді дещо інша. У верхніх генетичних горизонтах спостерігається різке підвищення вмісту рухомої міді, що потім знижується в ілювіальному горизонті, а в материнській породі – вирівнюється. Слід зауважити, що у верхніх генетичних горизонтах сірих лісових ґрунтів вміст рухомої міді найбільший за такий у дерново-середньопідзолистих супіщаних. Найбільшими запасами рухомої міді серед сірих лісових ґрунтів Полісся характеризуються темно-сірі опідзолені ґрунти на лесовидних суглинках. Лісова рослинність і процес оглеєння також сприяють збільшенню запасів рухомої міді у профілі ясно-сірих опідзолених ґрунтів (рис. 4).

Спостерігається досить рівномірний розподіл рухомої міді по профілю дернових і лучних ґрунтів (рис. 4–5). Виключення складає лише ґрунтотворна

порода, де вміст валової міді більш низький, а її рухомість часто більша за таку у верхніх генетичних горизонтах. В цілому ж рухомість міді у дернових і лучних ґрунтах не перевищує 7–12 %. Біологічна акумуляція міді найбільш чітко виражена в дернових і лучних карбонатних ґрунтах в умовах нейтрального рН ґрунтового розчину. Максимальними запасами рухомої міді характеризуються лучні карбонатні ґрунти, причому її розподіл відбувається рівномірно по всьому ґрунтовому профілю. В лучному опідзоленому ґрунті ця рівномірність порушена підзолистим процесом, оскільки в опідзоленому горизонті вміст рухомої міді дещо знижений, а в ілювіальному горизонті він знову зростає. У лучно-чорноземних ґрунтах значні запаси рухомої міді зосереджені в ілювіальному горизонті, що, вочевидь, пояснюється зважанням їх гранулометричного складу.

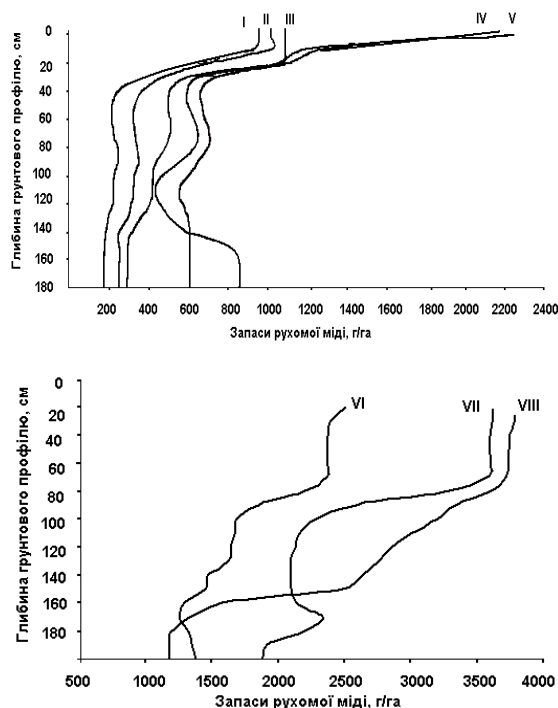


Рис. 2. Ізоплети розподілу рухомої міді у профілі дерново-слабопідзолистого піщаного і супіщаного ґрунтів

Умовні позначення до рисунка 2: I – дерново-слабопідзолистий глейовий піщаний ґрунт (рілля); II – дерново-слабопідзолистий глеюватий піщаний ґрунт (рілля); III – дерново-слабопідзолистий піщаний ґрунт (рілля); IV – дерново-слабопідзолистий глейовий піщаний ґрунт (сосновий ліс); V – дерново-слабопідзолистий піщаний ґрунт (сосновий ліс); VI – дерново-слабопідзолистий супіщаний ґрунт; VII – дерново-слабопідзолистий глеюватий супіщаний ґрунт; VIII – дерново-слабопідзолистий глейовий супіщаний ґрунт.

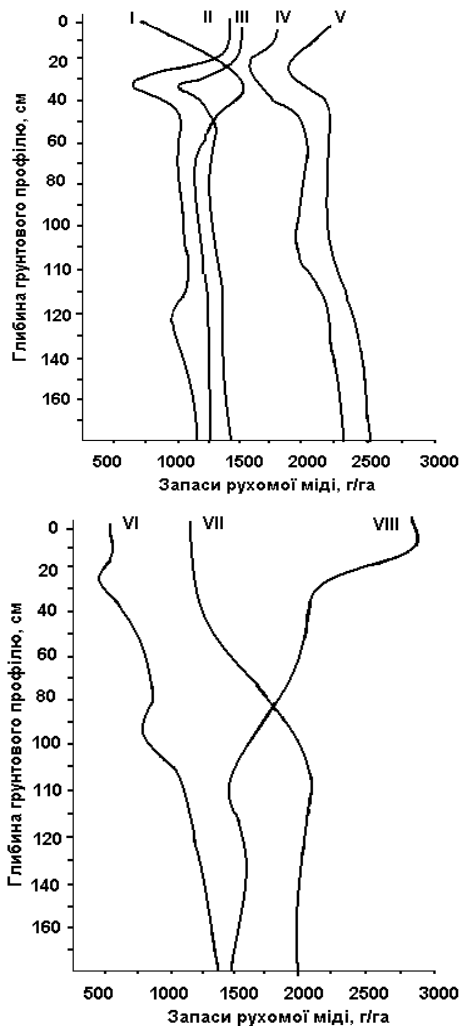


Рис. 3. Ізоплети розподілу рухомої міді у профілі дерново-середньо- та дерново-сильнопідзолистого супіщаного ґрунтів

Умовні позначення до рисунка 3: I – дерново-середньопідзолистий глеюватий супіщаний ґрунт; II – дерново-середньопідзолистий супіщаний ґрунт на морені; III – дерново-середньопідзолистий супіщаний ґрунт; IV – дерново-середньопідзолистий глейовий супіщаний ґрунт; V – дерново-середньопідзолистий окультурений супіщаний ґрунт; VI – дерново-сильнопідзолистий глейовий супіщаний ґрунт на морені; VII – дерново-сильнопідзолистий супіщаний ґрунт; VIII – дерново-сильнопідзолистий окультурений супіщаний ґрунт

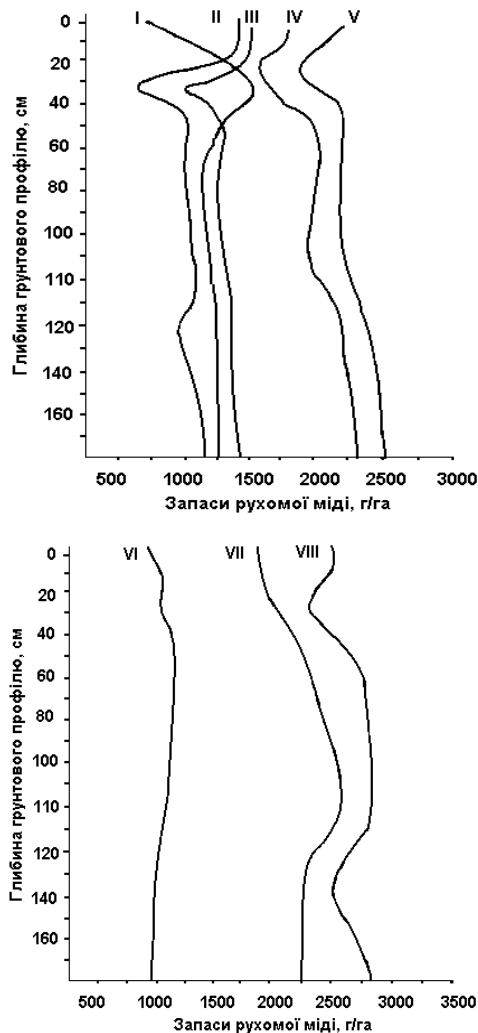


Рис. 4. Ізоплети розподілу рухомої міді у профілі сірого лісового і лучного ґрунтів

Умовні позначення до рисунка 4: I – сірий опідзолений великопилювато-легкосуглинковий глейовий ґрунт; II – сірий опідзолений піщано-легкосуглинковий ґрунт; III – сірий опідзолений глеюватий піщано-легкосуглинковий ґрунт; IV – темно-сірий опідзолений піщано-легкосуглинковий ґрунт; V – ясно-сірий опідзолений глеюватий супіщаний ґрунт (сосновий ліс); VI – лучний карбонатний суглинковий на озерних відкладах ґрунт; VII – лучно-чорноземний ґрунт; VIII – лучний опідзолений суглинковий ґрунт.

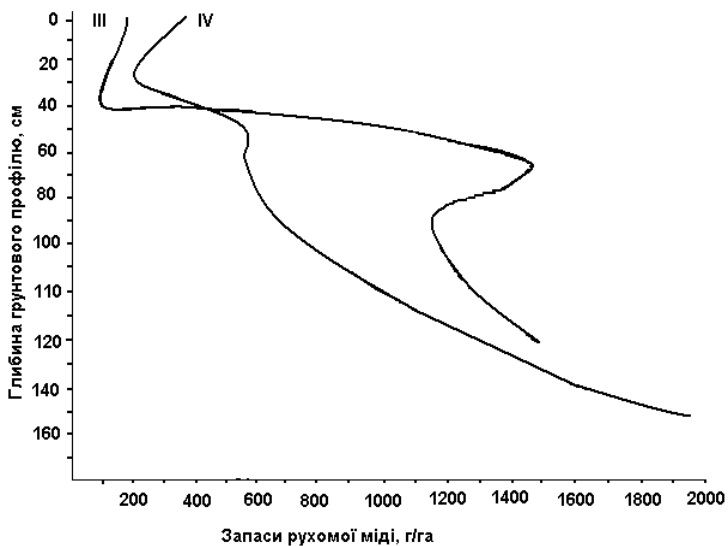
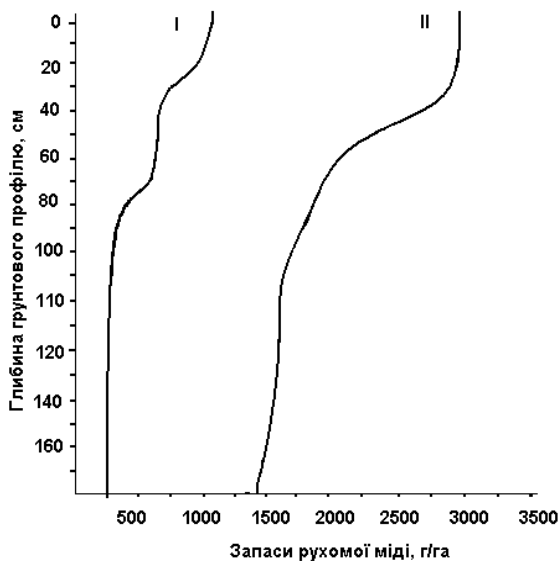


Рис. 5. Ізоплети розподілу рухомої міді у профілі дернового і болотного ґрунтів

Умовні позначення до рисунка 5: I – дерновий глибокий на безкарбонатній породі ґрунт; II – дерновий глибокий суглинковий на карбонатній породі ґрунт; III – торф'яно-болотний ґрунт; IV – торф'яник низинний малопотужний ґрунт.

У дернових ґрунтах спостерігається зменшення вмісту рухомої міді у материнській породі, а у болотних – збільшення запасів рухомої міді у напрямку до ґрунтоутворюючої породи (рис. 5). Вміст рухомої міді у торф'яниках і торф'яно-болотних ґрунтах Житомирського Полісся варіює в досить широких межах – коефіцієнт варіації становить понад 60 %. Рухомість міді у торф'яниках зростає з підвищенням кислотності: встановлена достовірна ($r = 0,75 \pm 0,08$) кореляційна залежність між рН ґрунтового розчину торф'яників і рухомістю міді. Запаси рухомих форм міді у болотних ґрунтах і торф'яниках дуже низькі через те, що основна маса міді у торф'яних ґрунтах міцно зв'язана з органічною речовиною.

Висновки

На підставі результатів проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Ґрунти лісових і агроландшафтів Житомирського Полісся мають низькі запаси валової міді, які коливаються в середньому від 4 до 13 мг/кг, що зумовлено як природними (мінералогічний і гранулометричний склад материнської ґрунтоутворюючої породи, тип ґрунтоутворного процесу), так і антропогенними (розташування території поза межами регіонів з високим ступенем концентрації промислового виробництва) факторами.

2. Забезпеченість 0–20 см шару орних ґрунтів рухомими формами міді є низькою та дуже низькою і в середньому знаходиться на рівні 1,1–2,0 мг/кг. Найменш забезпечені цим елементом ґрунти, що сформувались на продуктах вивітрювання кристалічних порід.

3. Коефіцієнт небезпечності рухомих форм міді у дерново-підзолистих ґрунтах як агроландшафтів, так і лісових екосистем не перевищує 0,8, тому цей елемент слід розглядати не як забруднювач, а як дефіцитний мікроелемент, запаси якого в ґрунтах потребують поповнення.

4. Характерною рисою розподілу рухомої міді в ґрунтовому профілі є її акумуляція у верхніх генетичних горизонтах, особливо в межах лісових екосистем, де у лісовій підстилці акумулюються максимальні її запаси.

5. На міграцію й акумуляцію міді у горизонтах ґрунтового покриву впливають, насамперед, гранулометричний склад ґрунту та вміст у ньому органічної речовини.

Подальші дослідження слід зосередити в напрямку вивчення процесів міграції й акумуляції цинку в різних типах ґрунтів Полісся.

Література

1. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель : метод.-норм. забезпечення / за заг. ред. *В.П. Патики, О.Г. Тараріка*. – К. : Фітосоціоцентр, 2002. – С. 35–37.

2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий : метод. руководство / под ред. *В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова*. – М. : ФГНУ «Росинформгротех», 2005. – 783 с.
3. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях / *Ю.В. Алексеев*. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 142 с.
4. *Безель В.С.* Экологическое нормирование антропогенных нагрузок / *В.С. Безель, В.Ф. Кряжемский, Л. Ф. Семериков* // *Экология*. – 1992. – № 2. – С. 3–11.
5. Важкі метали у ґрунтах заповідних зон України / *Е.Я. Жовінський, І.В. Кураєва, А.І. Самчук* та ін. ; за ред. *Е.Я. Жовинського*. – К. : Логос, 2005. – 104 с.
6. *Валерко Р.А.* Забруднення важкими металами ґрунтового покриву і фітоценозів на території м. Житомира та прилеглих до нього агроєкосистем / *Р.А. Валерко* // *Вісник ДАЕУ*. – 2008. – № 1. – С. 356–366.
7. *Власюк П.А.* Вміст мікроелементів у ґрунтах УРСР / *П.А. Власюк*. – К. : Наук. думка, 1964. – 296 с.
8. *Вобляя А.С.* Содержание и закономерности распределения меди в почвах Донбасса : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 6.01.03 «Агрофизика и агропочвоведение» / *А.С. Вобляя*. – Харьков, 1971. – 35 с.
9. *Воробьева А.К.* Распространение меди в почвах Левобережной Лесостепи УССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 533 «Агрохимия» / *А.К. Воробьева*. – Харьков, 1967. – 26 с.
10. *Дзяман Г.Д.* Микроэлементы в дерново-подзолистых почвах Полесья Западной Украины : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 6.01.03 «Агрофизика и агропочвоведение» / *Г.Д. Дзяман*. – Харьков, 1970. – 35 с.
11. *Дмитрук Ю.М.* Вплив ландшафтно-екологічних умов на профільний розподіл важких металів у ґрунтах Покутсько-Буковинських Карпат / *Ю.М. Дмитрук* // *Агроєкологічний журнал*. – 2005. – № 2. – С. 28–37.
12. *Довбиш Л.Л.* Забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів лісоаграрних ландшафтів Полісся : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / *Л.Л. Довбиш*. – томир, 2002. – 19 с.
13. *Жовинский Э.Я.* Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / *Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева*. – К. : Наук. думка, 2002. – 214 с.
14. *Кабата-Пендиас А.* Микроэлементы в почвах и растениях ; пер. с англ. / *А.Кабата-Пендиас, Х.Пендиас*. – М. : Мир, 1989. – 439 с.
15. *Корбут Г.А.* Валовые запасы и подвижные формы В, Мп, Zn, Cu, Мо в почвах Лесостепной зоны Житомирской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 533 «Агрохимия» / *Г.А. Корбут*. – К., 1969. – 34 с.

16. *Крупский Н.К.* К вопросу об определении подвижных форм микроэлементов / *Н.К. Крупский, А.М. Александрова* // Микроэлементы в жизни растений, животных и человека : тр. координац. совещ. проблемной коллегии АН УССР (22–23 февраля 1963 г.). – К. : Наук. думка, 1964. – 325 с.
17. *Кураева И.В.* Загрязнение почв урбанизированных территорий Украины тяжелыми металлами / *И.В. Кураева* // Минералогический журнал. – 1997. – Т. 19, № 2. – С. 43–51.
18. Методика суцільного ґрунтового агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / за ред. *О.О. Созінова, Б.С. Прістера.* – К., 1994. – 162 с.
19. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1991. – 58 с.
20. *Мислива Т.М.* Важкі метали в лісоаграрних ландшафтах Житомирського Полісся / *Т.М. Мислива, В.А. Трембіцький, Л.Л. Довбиш* // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2006 : спец. вип. – С. 260–263.
21. *Мислива Т.М.* Важкі метали в урбоєдафотобах і фітоценозах на території м. Житомира / *Т.М. Мислива, Л.О. Онопрієнко* // Вісник ХНАУ. – 2009. – № 1. – С. 89–95.
22. *Мислива Т.М.* Важкі метали у ґрунтах агроландшафтів Житомирського Полісся / *Т.М. Мислива, В.А. Трембіцький* // Агроєкологічний журнал. – 2009. – № 4. – С. 30–35.
23. *Мицкевич Б.Ф.* Геохимические ландшафты Украинского щита / *Б.Ф. Мицкевич.* – К. : Наук. думка, 1971. – 174 с.
24. *Мірошніченко М.М.* Агрогеохімія мікроелементів у ґрунтах України / *М.М. Мірошніченко, А.І. Фатєєв* // Агрохімія і ґрунтознавство : міжвід. темат. наук. зб. спец. вип. – Кн. 1. – Житомир : Рута, 2010. – С. 98–107.
25. *Мицкевич Б.Ф.* Геохімічні методи розшуків та умови їх застосування на Україні і в Молдавії / *Б.Ф. Мицкевич.* – К. : Наук. думка, 1965. – 128 с.
26. *Мысльва Т.Н.* Трансформация экологических функций дерново-подзолистой почвы, загрязненной тяжелыми металлами / *Т.Н. Мысльва, Р.А. Валерко, Ю.А. Белявский* // Актуальные вопросы сельского хозяйства : межвуз. сб. науч. тр. – Калининград : Изд-во ФГОУ ВПО „КГТУ”, 2007. – С. 46–54.
27. *Надточій П.П.* Екологія ґрунту : моногр. / *П.П. Надточій, Т.М. Мислива, Ф.В. Вольвач.* – Житомир : Рута, 2010. – 473 с.
28. *Самчук А.І.* Важкі метали у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу / *А.І. Самчук, І.В. Кураєва, О.С. Єгоров.* – К. : Наук. думка, 2006. – 108 с.

29. *Щетинина Л.Л.* Содержание подвижных форм цинка, молибдена, марганца и меди в почвах Житомирской области / *Л.Л. Щетинина, Г.А. Корбут, И.М. Мерзвинская* // Микроэлементы в жизни растений, животных и человека : тр. координац. совещ. проблемной коллегии АН УССР (22–23 февраля 1963 г.). – К. : Наук. думка, 1964. – 325 с.
30. *Соколов О.А.* Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Кн. 1. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды / *О.А. Соколов, В.А. Черников.* – Пущино : ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с.