

ЦИНК В ҐРУНТАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Встановлено особливості розподілу валових і рухомих форм цинку в ґрунтах агро- та лісових екосистем Житомирського Полісся, оцінено рівень забруднення ґрунтового покриву рухомими формами цинку, визначено закономірності їх розподілу по генетичних горизонтах ґрунтового профілю основних типів ґрунтів Полісся.

Постановка проблеми

Техногенне забруднення внаслідок дії промислових емісій поллютантів, насамперед важких металів, є однією з основних причин погіршення якості ґрунтів. Наслідком негативного впливу забруднювачів на ґрунт є: зростання їх концентрації до критичного рівня; значні зміни фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтів (рН, ємності 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 техногенної пустелі [4, 17, 21, 22]. Найбільшого забруднення рухомими формами важких металів зазнають ґрунти мегаполісів та території міст, розташованих у районах із високим ступенем концентрації промислового виробництва [11, 23 та ін.]. Наразі, внаслідок посилення антропогенного тиску на довкілля, погіршення екологічної ситуації спостерігається не лише на території великих мегаполісів та промислово розвинених регіонів, а й далеко за їх межами – в аграрних регіонах, зокрема й у Житомирській області [7, 14].

Аналіз останніх результатів досліджень

Питанням забруднення ґрунтового покриву важкими металами присвячена значна кількість досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних авторів [3, 11, 12, 14, 23, 25 та ін.]. Геохімії важких металів у основних типах ґрунтів України присвячено цілий ряд робіт вітчизняних учених [11, 14, 20, 23 та ін.]. Характер розподілу Zn у ґрунтах Харківської області досліджено в роботі М.М. Мірошніченка та А.І. Фатєєва [20], ґрунтах Черкаської області – в роботі Р.Н. Бендерського [5]. Дослідження Г.Д. Дзямана [8] присвячені встановленню закономірностей розподілу Zn у дерново-підзолистих ґрунтах західноукраїнського Полісся; робота Ю.М. Дмитрука [9] – характеру розподілу цинку у ґрунтах Карпатського регіону.

Особливостям розподілу Zn в орних ґрунтах Житомирської області присвячено роботи Л.Л. Щетініної та Г.А. Корбута [13, 24]; ґрунтах лучних і лісових ландшафтів її заповідних територій – роботи А.І. Самчука [6, 23], агроландшафтів – дослідження Л.Л. Довбиш та Т.М. Мисливої [10, 19], агроселітебних ландшафтів – роботи Р.А. Валерко та Т.М. Мисливої [7, 18]. Однак поза увагою дослідників лишилися питання особливостей розподілу валових і рухомих форм цинку по ґрунтовому профілю різних типів ґрунтів Полісся. Наявні ж результати досліджень, виконаних у цьому напрямку, датовано переважно першою половиною минулого століття.

Завдання досліджень

В ході виконання досліджень нами було поставлено за мету вирішити такі завдання: 1) визначити закономірності поширення валових і рухомих форм цинку у ґрунтах лісових і агроландшафтів Житомирського Полісся; 2) встановити особливості їх розподілу по генетичних горизонтах ґрунтового профілю для різних типів ґрунтів; 3) оцінити рівень забруднення ґрунтового покриву лісових і агроландшафтів рухомими формами цинку.

Об'єкти і методика проведення досліджень

Досліджувався вміст валових і рухомих форм цинку 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 [15]. 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 спектроскопії у модифікації ЦІНАО на приладі марки С 115–1М, екстракція важких металів проводилася 1 М HNO₃ [16]. Оцінка екологічного стану ґрунту щодо наявності у ньому рухомих форм важких металів проводилася 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 політанта та його граничнодопустимою концентрацією (ГДК). Визначення коефіцієнта безпеки ($K_{нб}$) політанта здійснювали за формулою:

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

де C_i – концентрація i -ої забруднюючої речовини, мг/кг; ГДК _{i} – гранично допустима концентрація i -ої забруднюючої речовини, мг/кг [2].

Статистична обробка експериментальних даних була проведена з

використанням пакета прикладних програм Microsoft Excel та Statistica 6.0.

Результати досліджень та їх обговорення

Вміст Zn 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 цинк [19], 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 валового цинку, які коливаються в середньому від 23 до 38 мг/кг (табл. 1). Це обумовлено, насамперед, якісним складом ґрунотвірних 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 валового цинку мають дернові глейові, лучні та болотні ґрунти, а мінімальні – дерново-підзолисті піщані і супіщані, що сформовані на древньоалювіальних і флювіогляціальних відкладах. Вміст валового цинку у ґрунтах природних і агроєкосистем Житомирського Полісся варіює в межах від 17 до 48 %. Вищі коефіцієнти варіації характерні переважно для дерново-підзолистих піщаних і супіщаних, підстелених елювієм масивно-кристалічних порід, та для болотних ґрунтів.

Низькі запаси валових форм цинку у поліських ґрунтах зумовлюють і невисокий вміст його рухомих форм. Забезпеченість 0–20 см шару орних ґрунтів рухомими формами цього мікроелемента є низькою та дуже низькою, і в середньому знаходиться на рівні, що не перевищує 1–3 мг/кг [19]. Найменш забезпеченими рухомих цинком виявились ґрунти, що сформувалися на продуктах вивітрювання кристалічних порід. Вміст рухомого цинку у ґрунтах агроєкосистем, залежно від типу ґрунту варіює в межах від 45 до 63 %. Високі коефіцієнти варіації вмісту рухомого цинку характерні переважно для болотних, а також для піщаних ґрунтів, підстелених елювієм масивно-кристалічних порід. Найменш варіює вміст рухомого цинку в ясно-сірих опідзолених ґрунтах.

Однозначно можна стверджувати, що для ґрунтів природних і агроландшафтів (за виключенням агроселітебних ландшафтів) Полісся Житомирщини цинк не можна розглядати як елемент-забруднювач довкілля. Скоріше його 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 цинквміщуючих, зведене до нуля.

Таблиця 1. Статистичні характеристики вмісту валових і рухомих форм цинку в окремих ґрунтоутворюючих породах та ґрунтових відмінах природних і агроекосистем Житомирського Полісся, середнє за 2005–2010 рр.

Назва ґрунтоутворної породи / ґрунту	Вміст, мг/кг						Стандартне відхилення		Коефіцієнт варіації, %	
	min		max		mid		ВФ	РФ	ВФ	РФ
	ВФ	РФ	ВФ	РФ	ВФ	РФ				
Флювіогляціальні і древньоалювіальні піщані відкладення, n = 16	12,6	0,05	35,2	0,09	26,5	0,07	1,32	0,001	22	23
Флювіогляціальні супіски, n = 16	25,4	0,06	47,5	0,10	40,1	0,08	1,63	0,001	21	24
Супіщана безкарбонатна морена, n = 16	36,5	0,10	57,3	0,16	45,4	0,14	1,92	0,007	20	23
Леси і лесовидні суглинки, n = 16	30,2	0,09	60,0	0,13	41,5	0,12	1,87	0,006	23	25
Продукти вивітрювання кристалічних порід, n = 12	28,6	0,06	40,5	0,12	35,7	0,09	2,14	0,004	22	24
Озерні відкладення, n = 12	35,2	0,03	65,7	0,15	48,4	0,10	2,44	0,005	22	26
*Дерново-слабопідзолистий піщаний на флювіогляціальних відкладеннях, n = 16	22,3	2,93	40,5	5,51	32,1	4,53	1,53	0,21	21	56
*Дерново-слабопідзолистий піщаний на древньоалювіальних відкладеннях, n = 14	16,7	2,67	38,7	5,03	27,9	3,87	1,21	0,19	28	58
Дерново-слабопідзолистий піщаний на флювіогляціальних пісках, n = 19	18,6	0,39	27,5	1,23	23,1	0,78	1,67	0,04	28	63
Дерново-середньопідзолистий супіщаний на флювіогляціальних відкладеннях, n = 26	20,2	0,42	35,0	1,57	29,4	1,12	1,36	0,06	26	60
Дерново-середньопідзолистий супіщаний на морені, n = 22	21,6	0,65	43,0	2,48	33,4	1,53	1,86	0,08	28	52
*Дерново-середньопідзолистий супіщаний на морені, n = 12	23,5	0,94	48,1	3,05	34,7	2,09	2,18	0,11	21	58
Ясно-сірий опідзолений супіщаний на лесовидних суглинках, n = 20	28,6	0,22	40,4	1,36	34,8	0,84	1,68	0,05	23	45
Сірий опідзолений крупнопилувато-легкосуглинковий на лесовидних суглинках, n = 20	32,1	0,35	45,3	1,58	37,7	1,07	1,28	0,06	21	48
Темно-сірий опідзолений піщано-легкосуглинковий на лесовидних суглинках, n = 18	36,5	0,43	45,5	2,19	41,1	1,38	1,54	0,07	18	50
Дерновий глибокий глейовий супіщаний на водноольовикових відкладах, n = 18	21,2	0,27	39,4	1,65	27,9	1,09	1,79	0,05	20	56
*Лучний опідзолений суглинковий на безкарбонатних глинах, n = 18	31,3	0,55	37,8	1,94	34,6	1,35	1,46	0,07	17	47
*Торфувато-болотний ґрунт, n = 16	19,8	0,16	59,3	0,84	36,9	1,76	3,56	0,07	48	70

Примітка: ВФ – вміст валових форм; РФ – вміст рухомих форм; * – ґрунти природних екосистем

Про це свідчить і коефіцієнт небезпечності рухомих форм цинку у поліських ґрунтах, який для агроєкосистем коливається в межах від 0,05 до 0,25, а для лісових екосистем – в межах від 0,02 до 0,20 (рис. 1).

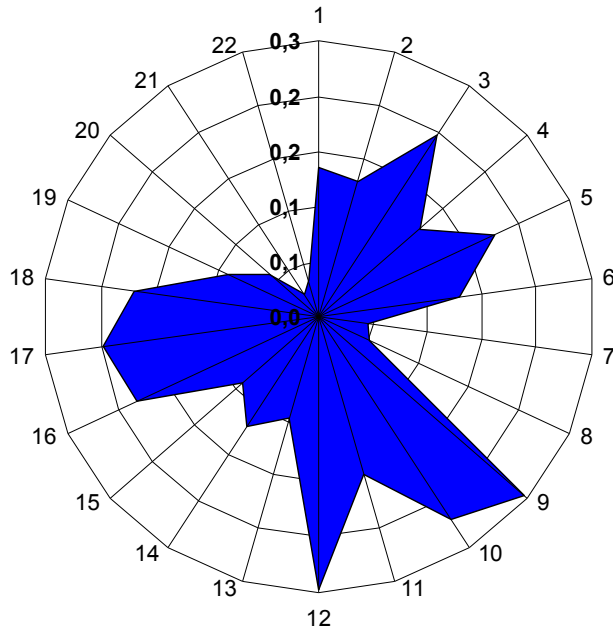


Рис. 1. Коефіцієнт небезпечності вмісту рухомих форм цинку у ґрунтах Житомирського Полісся:

- 1–16 – ґрунти агроєкосистем: 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, підстелені елювієм масивно-кристалічних порід; 8 – дерново-підзолисті піщані, підстелені елювієм масивно-кристалічних порід; 9 – дерново-підзолисті глеюваті глинисто-піщані; 10 – дерново-підзолисті глейові глинисто-піщані і 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;
- 17–22 – ґрунти природних екосистем: 17 – дерново-слабопідзолисті супіщані; 18 – дерново-слабопідзолисті піщані; 19 – дерново-середньопідзолисті супіщані; 20 – лучні опідзолені суглинкові; 21 – торфувато-болотні; 22 – торфово-болотні

На розподіл рухомого цинку по профілю ґрунту впливають як перебіг процесів ґрунтоутворення та гранулометричний і хімічний склад генетичних горизонтів, так і кількість та якість органічної речовини, склад ґрунтових колоїдів, діяльність педомікробіоти.

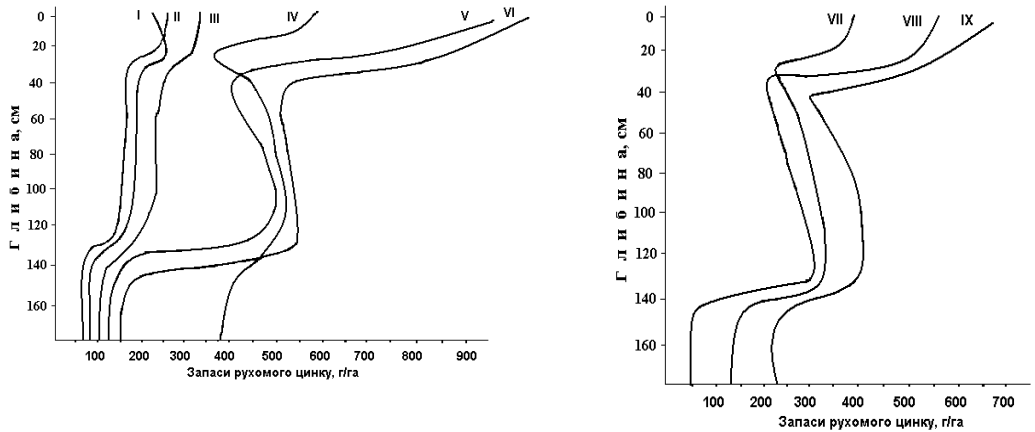


Рис. 2. Ізоплети розподілу рухомого цинку у профілі дерново-слабопідзолистого піщаного і супіщаного ґрунту:

- I – дерново-слабопідзолистий глеюватий піщаний ґрунт (рілля);*
- II – дерново-слабопідзолистий піщаний ґрунт (рілля); III – дерново-слабопідзолистий глейовий піщаний ґрунт (рілля); IV – дерново-слабопідзолистий піщаний ґрунт (сосновий ліс); V – дерново-слабопідзолистий окультурений ґрунт (хмільник); VI – дерново-слабопідзолистий глейовий ґрунт (мішаний ліс);*
- VII – дерново-слабопідзолистий глеюватий супіщаний ґрунт;*
- VIII – дерново-слабопідзолистий супіщаний ґрунт; IX – дерново-слабопідзолистий глейовий супіщаний ґрунт*

Рухомість цинку в ґрунтах та його доступність для рослин значною мірою залежать від рН ґрунтового розчину і вмісту в ґрунті карбонатів. Підкислення призводить до збільшення рухомості цинку, що, з одного боку, збільшує його доступність для рослин, а з іншого – за відповідних умов сприяє його виносу з ґрунту. Збільшення рухомості цинку є особливо небажаним у випадку його надмірного надходження в ґрунт при техногенному забрудненні.

У дерново-підзолистих ґрунтах найбільш багатими на обмінний цинк є лісова підстилка та гумусові горизонти (рис. 2, 3). За умови однакового вмісту гумусу дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти під лісом вміщують більше обмінного цинку, ніж орні ґрунти, оскільки лісова рослинність сприяє його концентрації в лісовій підстилці і верхніх гумусово-елювіальних горизонтах.

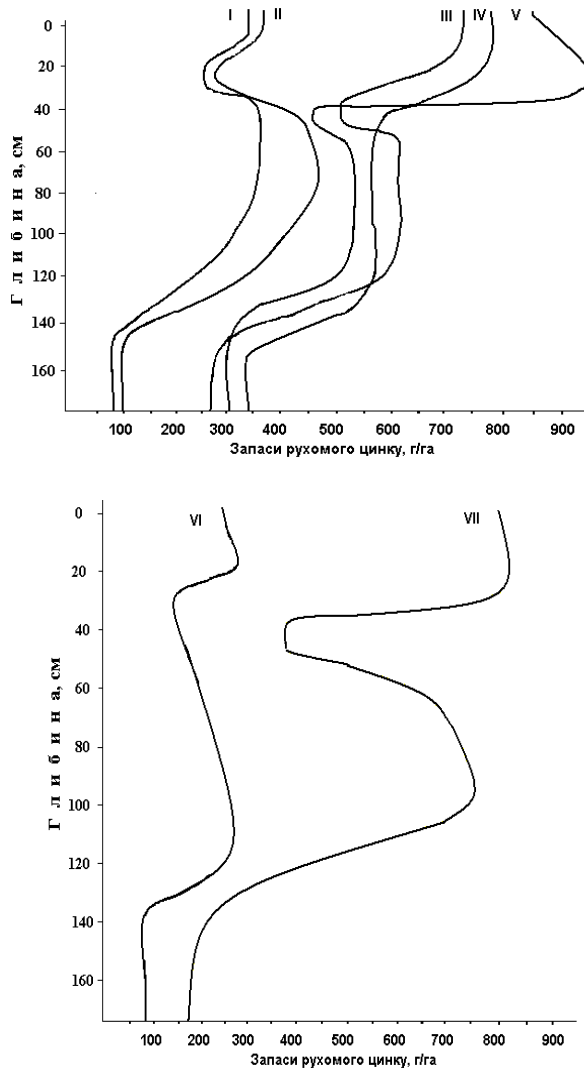


Рис. 3. Ізоплети розподілу рухомого цинку у профілі дерново-середньо- та дерново-сильнопідзолистого супіщаного ґрунту:

I – дерново-середньопідзолистий супіщаний ґрунт на морені; II – дерново-середньопідзолистий супіщаний ґрунт; III – дерново-середньопідзолистий супіщаний ґрунт (сосновий ліс); IV – дерново-середньопідзолистий глеюватий супіщаний ґрунт (мішаний ліс); V – дерново-середньопідзолистий окультурений супіщаний ґрунт (хмільник); VI – дерново-сильнопідзолистий супіщаний ґрунт на морені; VII – дерново-сильнопідзолистий супіщаний окультурений ґрунт (хмільник)

Кількість обмінного цинку в лісовій підстилці становить від 11 до 19 % від його валових запасів; в нижчих генетичних горизонтах його рухомість різко знижується й виражається сотими частками відсотка. Дерново-підзолисті супіщані ґрунти вміщують більше обмінного цинку по всьому профілю, ніж їх піщані різновиди. Значних відмінностей щодо вмісту обмінного цинку у профілі глеюватих і неоглеєних відмін дерново-слабопідзолистих піщаних ґрунтів не спостерігається. Однак глейові відміни вміщують підвищені кількості обмінного цинку, порівняно з неоглеєними, на наш погляд, через більшу кислотність і більш високий вміст органічної речовини у цих ґрунтових відмінах.

У дерново-слабопідзолистих піщаних ґрунтах у 150-сантиметровому шарі міститься в 1,5 раза менше обмінного цинку, ніж у супіщаних, і в 2,2 раза менше обмінного цинку, ніж у ґрунтах під лісом, що, на наш погляд, зумовлено тим, що у ґрунтах, сформованих під лісом, та у супіщаних ґрунтах, утворених на морені, міститься більша кількість валового цинку. Крім того, у них, як правило, вищим є й рН ґрунтового розчину. У розподілі обмінного цинку по генетичних горизонтах дерново-середньопідзолистих супіщаних ґрунтів спостерігається два максимуми – у гумусово-ілювіальному й ілювіальному горизонтах; в підзолистому ж горизонті його вміст помітно знижується. Дерново-середньопідзолисті ґрунти, розвинені на морені, вміщують більше обмінного цинку, ніж ґрунти, розвинені на флювіогляціальних відкладах, однак ця різниця є незначною. Дерново-середньопідзолисті ґрунти під лісом та їх глеюваті відміни вміщують більше обмінного цинку по всьому профілю, ніж розорані ґрунти. Дерново-сильнопідзолисті супіщані ґрунти на флювіогляціальних відкладах за розподілом обмінного цинку у ґрунтовому профілі дуже близькі до дерново-середньопідзолистих ґрунтів, розвинених на цих же породах. Окультурені ґрунти відрізняються підвищеним вмістом обмінного цинку по всьому профілю (рис. 3).

У дерново-середньопідзолистих супіщаних ґрунтах, сформованих на флювіогляціальних відкладах і морені, міститься більше валового цинку, порівняно з піщаними ґрунтами (рис. 3). Однак рухомість цинку у них ґрунтах залишається низькою й у верхніх горизонтах коливається від 0,6 до 1,2 %, знижуючись в ілювіальних горизонтах і материнській породі до 0,2–0,5 %.

Розподіл цинку по профілю сірих опідзолених ґрунтів пов'язаний з їх генетичними горизонтами (рис. 4). Спостерігається тенденція до збільшення валового і рухомого цинку від ясно-сірих до темно-сірих опідзолених ґрунтів. У підзолистому горизонті має місце зменшення кількості обмінного цинку, а в ілювіальному – його збільшення. Максимальні відмінності в запасах рухомого цинку між ясно-сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами спостерігаються в 0–50 см шарі, в якому зосереджені основні запаси органічної речовини. Підвищенню вмісту рухомого Zn в сірих опідзолених ґрунтах сприяє й процес оглеєння.

У лучних опідзолених ґрунтах рухомий цинк рівномірно розподілений по всьому профілю і лише з глибини 130 см спостерігається різке зменшення його

вмісту (рис. 4), в той час як у лучних карбонатних ґрунтах різке зменшення запасів рухомого цинку спостерігається з глибини 55 см. Досить значні кількості рухомого цинку містяться й у лучно-чорноземних ґрунтах, багатих на органічну речовину.

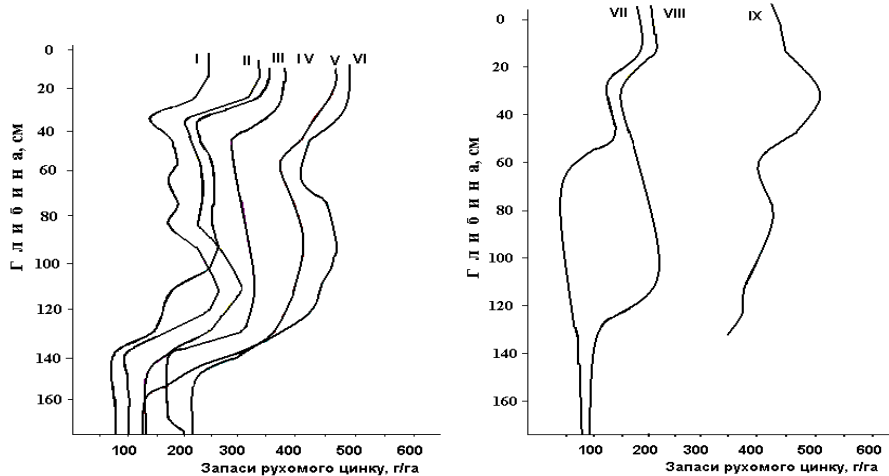


Рис. 4. Ізоплети розподілу рухомого цинку у профілі сірого лісового і лучного ґрунтів:

I – ясно-сірий опідзолений супіщаний ґрунт; II – ясно-сірий опідзолений глеюватий піщано-легкосуглинковий ґрунт; III – сірий опідзолений піщано-легкосуглинковий ґрунт; IV – сірий опідзолений глеюватий піщано-легкосуглинковий ґрунт; V – сірий опідзолений глейовий піщано-легкосуглинковий ґрунт; VI – темно-сірий опідзолений глеюватий піщано-легкосуглинковий ґрунт; VII – лучний карбонатний суглинковий на озерних відкладах ґрунт; VIII – лучний опідзолений суглинковий ґрунт; IX – лучно-чорноземний суглинковий ґрунт

Дернові ґрунти, особливо неглибокі різновиди, сформовані на флювіогляціальних пісках, характеризуються незначним вмістом як валового, так і обмінного цинку (рис. 5). Дернові глибокі супіщані і суглинкові за гранулометричним складом ґрунти вміщують від 21 до 39 мг/кг валового цинку і від 0,27 до 1,65 мг/кг його рухомих форм. У дернових ґрунтах, сформованих на озерних відкладах, спостерігається підвищений вміст валового цинку і різке зниження вмісту його рухомих форм. В дернових глибоких суглинкових ґрунтах спостерігається підвищений вміст Zn в шарі 0–30 см і поступове зниження його з глибини 40 см по всьому ґрунтовому профілю. Аналогічна закономірність простежується й для лучних ґрунтів, сформованих на карбонатній породі.

Болотні ґрунти вміщують незначні запаси рухомого цинку, рухомість якого не перевищує 4,8 %. В 50-сантиметровому шарі торфво-болотних ґрунтів його

накопичується лише близько 200 г/га, а у 150-сантиметровому – 400 г/га, для торф'яників ці показники вдвічі менші. Торфувато-болотні ґрунти бідніші на валовий цинк, ніж торф'яно-болотні, а рухомі форми цинку у болотних ґрунтах варіюють більш сильно, ніж його валові форми. Оскільки вміст рухомих форм цинку у болотних ґрунтах виражають у мг на 1 кг ґрунту, а об'ємна маса таких ґрунтів невелика, створюється хибне уявлення про значні запаси Zn у таких ґрунтах.

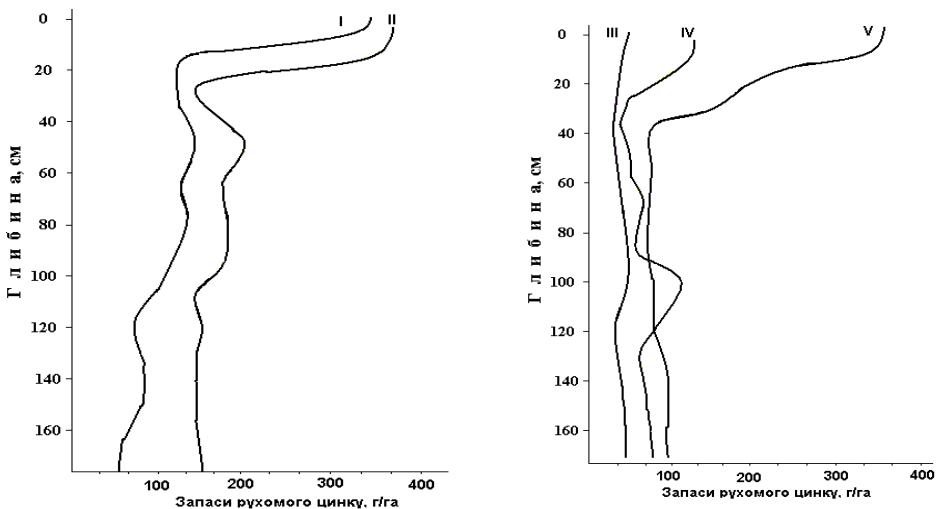


Рис. 5. Ізоплети розподілу рухомого цинку у профілі дернового і болотного ґрунтів:

*I – дерновий глибокий суглинковий на карбонатній породі ґрунт;
 II – дерновий глибокий на безкарбонатній породі ґрунт; III – торф'яник
 низинний карбонатний; IV – торф'яник низинний малопотужний;
 V – торф'яно-болотний ґрунт*

Висновки

1. Ґрунти лісових і агроєкосистем Житомирського Полісся мають низькі запаси валового цинку, які коливаються в середньому від 23 до 48 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 ґрунтів орних земель рухомими формами цинку є низькою та дуже низькою, і в середньому знаходиться на рівні 1–3 мг/кг. Найменш забезпечені цим елементом ґрунти, що сформувалися на продуктах

вивітрювання кристалічних порід.

3. Коефіцієнт небезпечності рухомих форм цинку у дерново-підзолистих ґрунтах як агро-, так і лісових екосистем не перевищує 0,25, тому цей елемент слід розглядати не як забруднювач, а як дефіцитний мікроелемент, запаси якого в ґрунтах потребують поповнення.

4. Характерною рисою розподілу рухомого цинку в ґрунтового профілі є його акумуляція у верхніх генетичних горизонтах, багатих на органічну речовину, особливо в межах лісових екосистем, де у лісовій підстилці акумулюються максимальні його запаси.

5. На міграцію й акумуляцію цинку 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 свинцю і кадмію 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 «Росинформагротех», 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. *Бендерский Р.Н.* Содержание микроэлементов Cu, Zn, Mn и Co в почвах Черкасской области УССР : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 533 «Агрохимия» / *Р.Н. Бендерский*. – К., 1970. – 25 с.
6. Важкі метали у ґрунтах заповідних зон України / *Е.Я. Жовінський, І.В. Кураєва, А.І. Самчук та ін.* ; за ред. *Е.Я. Жовінського*. – К. : Логос, 2005. – 104 с.
7. *Валерко Р.А.* Забруднення важкими металами ґрунтового покриву і фітоценозів на території м. Житомира та прилеглих до нього агроекосистем / *Р.А. Валерко* // *Вісн. ДАЕУ*. – 2008. – № 1. – С. 356–366.
8. *Дзяман Г.Д.* Микроэлементы в дерново-подзолистых почвах Полесья Западной Украины : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 6.01.03 «Агрофизика и агропочвоведение» / *Г.Д. Дзяман*. – Харьков, 1970. – 35 с.

9. *Дмитрук Ю.М.* Вплив ландшафтно-екологічних умов на профільний розподіл важких металів у ґрунтах Покутсько-Буковинських Карпат / *Ю.М. Дмитрук* // *Агроекологічний журнал*. – 2005. – № 2. – С. 28–37.
10. *Довбиш Л.Л.* Забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів лісоаграрних ландшафтів Полісся : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16 «Екологія» / *Л.Л. Довбиш*. – Житомир, 2002. – 19 с.
11. *Жовинский Э.Я.* Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / *Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева*. – К. : Наук. думка, 2002. – 214 с.
12. *Кабата-Пендиас А.* Микроэлементы в почвах и растениях ; пер. с англ. / *А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас*. – М. : Мир, 1989. – 439 с.
13. *Корбут Г.А.* Валовые запасы и подвижные формы В, Mn, Zn, Cu, Mo в почвах Лесостепной зоны Житомирской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 533 «Агрохимия» / *Г.А. Корбут*. – К., 1969. – 34 с.
14. *Кураева И.В.* Загрязнение почв урбанизированных территорий Украины тяжелыми металлами / *И.В. Кураева* // *Минералогический журнал*. – 1997. – Т. 19, № 2. – С. 43–51.
15. Методика суцільного ґрунтового агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / за ред. *О.О. Созінова, Б.С. Прістера*. – К., 1994. – 162 с.
16. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1991. – 58 с.
17. *Мислива Т.М.* Важкі метали в лісоаграрних ландшафтах Житомирського Полісся / *Т.М. Мислива, В.А. Трембіцький, Л.Л. Довбиш* // *Агрохімія і ґрунтознавство* : Спец. вип. – 2006. – С. 260–263.
18. *Мислива Т.М.* Важкі метали в урбоедафотоплах і фітоценозах на території м. Житомира / *Т.М. Мислива, Л.О. Онопрієнко* // *Вісник ХНАУ*. – 2009. – № 1. – С. 89–95.
19. *Мислива Т.М.* Важкі метали у ґрунтах агроландшафтів Житомирського Полісся / *Т.М. Мислива, В.А. Трембіцький* // *Агроекологічний журнал*. – 2009. – № 4. – С. 30–35.
20. *Мірошниченко М.М.* Агрогеохімія мікроелементів у ґрунтах України / *М.М. Мірошниченко, А.І. Фатєєв* // *Агрохімія і ґрунтознавство* : міжвід. темат. наук. зб. ; спец. вип. – Кн. 1. – Житомир : Рута, 2010. – С. 98–107.
21. *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.
22. *Надточій П.П.* Екологія ґрунту : моногр. / *П.П. Надточій, Т.М. Мислива, Ф.В. Вольвач*. – Житомир : ПП Рута, 2010. – 473 с.

23. *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.
 24. *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.
 25. 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.
-
-