

ДЕРЖАВНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

на правах рукопису

ДОВБИШ ЛАРИСА ЛЕОНІДІВНА

УДК: 631.445.2:631.416(477.42)(043.3)

**ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ  
ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ГРУНТІВ  
ЛІСОАГРАРНИХ ЛАНДШАФТІВ ПОЛІССЯ**

Спеціальність 03.00.16 – екологія.

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Житомир 2002

Дисертацією є рукопис.

Дисертаційна робота виконана в Державному агроекологічному університеті.

- Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук,  
**Васенков Григорій Іванович**, доцент ДАУ
- Офіційні опоненти – доктор сільськогосподарських наук, професор **Кавецький Володимир Миколайович**, завідуючий відділом екотоксикології Інституту агроекології та біотехнології УААН
- кандидат сільськогосподарських наук  
**Андрієнко Галина Георгіївна**, старший науковий співробітник лабораторії аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин УААН
- Провідна установа: Інститут землеробства УААН, смт. Чабани, Київська обл.
- Захист відбудеться “ 10 ” липня 2002 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої Вченої ради К 14.083.01 при Державному агроекологічному університеті за адресою: 10008, м. Житомир, вул.. Старий бульвар 7, ДАУ.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці ДАУ за адресою: 10008, м. Житомир, вул. Старий бульвар 7, ДАУ.

Автореферат розіслано “ 7 ” червня 2002 р.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради, кандидат біологічних наук

М.М. Побірський

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Розвиток промислового і сільськогосподарського виробництва у Поліській зоні України зумовив високий рівень техногенного навантаження на агроландшафти, які вже почали втрачати екологічну рівновагу. За даними АН України Полісся віднесено по забрудненню поллютантами до зони помірної здатності ландшафтів до самоочищення.

Екологічна ситуація, що склалася в даний час на Поліссі, потребує невідкладного дослідження. У зв'язку з тим, що територія Полісся характеризується неоднорідними ґрунтово-кліматичними умовами, тут спостерігається різний ступінь забруднення ландшафтів важкими металами. Необхідне проведення детальної конкретизації рівня вмісту важких металів у ґрунтах, вивчення закономірностей їх міграції в агроландшафтах і природних екосистемах з урахуванням диференціації екологічних умов. У Поліській зоні України процеси геохімічної міграції важких металів досліджені недостатньо, поки що є тільки окремі відомості про вміст різних форм важких металів у ґрунтах без урахування особливостей генезису ґрунтів і ландшафтних структур. Тому актуальним є вивчення питань щодо кількісних показників забруднення ґрунтів важкими металами, закономірностей їх територіального розподілу та міграції по ґрунтовому профілю, розробки засобів управління цими процесами для зниження негативної їх дії на ґрунт і сільськогосподарські рослини.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана згідно з планом науково-дослідних робіт Державного агроекологічного університету і є складовою частиною теми: “Моделі високопродуктивних екологічно стійких лісоаграрних ландшафтів, що забезпечують оптимальне використання природного ресурсного потенціалу в басейнах малих річок Полісся”, за номером Держреєстрації 01960018644.

**Мета і завдання досліджень.** Метою досліджень було визначення ступеню забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів у різних елементах агроландшафтів Житомирського Полісся, встановлення закономірностей їх міграції у природних та агроекосистемах з урахуванням впливу захисних лісових насаджень як біофізичних бар'єрів, екологічна оцінка забруднення території.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

- встановлення рівнів забруднення дерново-підзолистих ґрунтів важкими металами;
- закономірності міграції важких металів у агроландшафтній сфері та природних екосистемах;
- визначення впливу важких металів на біологічну активність ґрунту;
- встановлення коефіцієнтів біологічного поглинання важких металів для сільськогосподарських та дикоростучих рослин;

- екологічна оцінка забруднення території.

*Об'єктом дослідження* є угіддя поліських районів Житомирської області (орні землі, лісосмуги), розташовані на типових для зони ландшафтах з дерново-підзолистими ґрунтами, дикоростучі та сільськогосподарські рослини.

*Предметом дослідження* були процеси міграції важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах, а також їх вміст у сільськогосподарських і дикоростучих рослинах.

*Методи досліджень.* При обстеженні дерново-підзолистих ґрунтів використовувався метод “ключів”. Польові та лабораторні дослідження проводились згідно існуючих методик, фізико-хімічні аналізи ґрунту і рослин – за атестованими методиками.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Визначені кількісні параметри вмісту різних форм важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах агроландшафтів Житомирського Полісся. Виявлені особливості перерозподілу важких металів по профілю дерново-підзолистих ґрунтів залежно від їх фізико-хімічних показників. Вперше в зоні Полісся України показано вплив позахисних лісових смуг як біофізичних бар'єрів на розподіл важких металів у агроландшафтній сфері. Встановлені коефіцієнти біологічного поглинання важких металів сільськогосподарськими та дикоростучими рослинами (озиме жито, вико-вівсяна сумішка, природне різнотрав'я) для дерново-підзолистих ґрунтів. Дані нормативні показники за ступенем забруднення дерново-підзолистих ґрунтів важкими металами.

**Практичне значення отриманих результатів.** Проведена екологічна оцінка рівнів вмісту важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах в агроландшафтах Житомирського Полісся може бути основою для картографування забруднення цих ґрунтів різними формами важких металів. Результати досліджень можуть бути використані для розробки заходів по зниженню вмісту важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах в умовах конкретних сільськогосподарських підприємств.

**Особистий внесок здобувача** полягає у проведенні польових і лабораторних досліджень, виконанні основного обсягу аналітичних робіт, аналізі наукової літератури з досліджуваних питань, узагальненні, аналізі та математичній обробці експериментального матеріалу. Положення, що виносяться на захист, та висновки сформульовані і обґрунтовані особисто автором.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідались: на засіданнях науково-методичних комісій і вченої ради ДАУ (1996-1999 рр.); на засіданнях Житомирського обласного товариства ґрунтознавців і агрохіміків (1998-2001 рр.); на Міждержавній науковій конференції “Сучасні проблеми охорони земель” (Київ, 1997); на V з'їзді Українського товариства ґрунтознавців і агрохіміків (Рівне, 1998); на Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми виробництва екологічно чистої сільськогосподарської продукції на межі 3-го тисячоліття” (Житомир, 2000);

**Публікації.** За матеріалами досліджень опубліковано 5 наукових праць.

**Структура дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, семи розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку літератури, який включає 253 найменувань (в тому числі 30 робіт іноземних авторів), 9 додатків. Робота викладена на 158 сторінках машинописного тексту, супроводжується 37 таблицями, 18 рисунками.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **першому розділі** “Особливості забруднення ландшафтів Полісся важкими металами (огляд науково-технічної інформації)” дана загальна характеристика джерел забруднення агроландшафтів важкими металами, показано характер розподілу їх по поверхні ґрунту, накопичення та трансформація у ґрунтовому профілі. Подано огляд літератури щодо питань впливу важких металів на рослини та мікроорганізми. Аналіз екологічного стану за літературними джерелами засвідчує, що недостатньо описані процеси взаємодії важких металів з ґрунтовым комплексом, агроландшафтами та роль важких металів у формуванні екологічної ситуації регіону Полісся.

У **другому розділі** “Програма, кліматично-географічні умови, об’єкти, методика проведення досліджень” описуються географічне положення, клімат, ґрунтовий покрив регіону досліджень. Підкреслюється, що кліматичні та ґрунтові особливості регіону сприяють посиленій міграції важких металів по трофічних ланцюгах.

Дослідження проводились на дерново-підзолистих ґрунтах ландшафтів північної частини Житомирської області з системою лісосмуг, та на дерново-підзолистих ґрунтах приміських сільськогосподарських угідь з північно-західного боку міста Житомира, що прилягають до автомагістралі Київ – Чоп.

Типовість ґрунтів встановлювали шляхом закладання ґрунтових розрізів, фізико-хімічні властивості ґрунту (вміст гумусу, рН ґрунтового розчину,

гранулометричний склад ґрунту) визначали за загальноприйнятими методиками. Ґрунт: дерново-підзолистий з вмістом гумусу від 0,8 до 2,1%; рН<sub>KCl</sub> – 4,6 – 5,9; сумою увібраних основ – 2,8 – 10,2 мг-екв/100 г ґрунту; фізичною глиною – 10,2 – 19,8%.

Вивчення впливу захисних лісових смуг на розподіл важких металів у агроландшафті проводилось на трансектах, які прокладені через поля перпендикулярно до основних лісових смуг, які розміщені з півночі на південь. Лісосмуги мають наступні таксаційні характеристики: вік дерев 40 – 50 років, конструкція ажурна, основні породи – дуб, граб, клен; супутні породи – кущі крушини, бузини чорної, жимолості. Середня висота дерев у лісосмугах – 11 – 17,5 м, ширина смуг – 8 – 15 м, ширина між деревами – 4 – 5 м. Відбір ґрунтових зразків проводився на глибину 0 – 20 см

в лісосмузі, на відстані від лісосмуги 2Н, 5Н, 15Н, 25-30Н (Н – висота лісосмуги, м), додатково в лісосмузі ґрунт відбирався з кожного сантиметра від поверхні до глибини 10 см, а також по генетичних горизонтах на глибину 120 см у трикратній повторності.

Зразки дикоростучих і культурних рослин відбиралися з 1 м<sup>2</sup> площі у тих же місцях, що і ґрунт, у трикратній повторності.

Вміст валових, рухомих форм важких металів у ґрунті та рослинах визначали атомно-абсорбційним методом на приладі КАС-120 за методиками, розробленими ЦІНАО, 1992.

Вплив важких металів на загальну біологічну активність ґрунту визначали аплікаційним методом за ступенем розкладання целюлози.

Математично-статистична обробка і аналіз результатів досліджень здійснювались на персональному комп'ютері за програмою "Excel", аналіз екологічної ситуації у регіоні проводився на основі даних статистичної звітності Державного управління екології і природних ресурсів у Житомирській області.

У третьому розділі "Вміст важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах ландшафтів Житомирського Полісся" показаний вміст різних форм важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах. У досліджуваних районах Житомирського Полісся дерново-підзолисті ґрунти займають значну площу у складі сільськогосподарських угідь. Ці ґрунти за своїми фізико-хімічними властивостями є найменш стійкими до забруднення важкими металами і забруднюючі речовини в них можуть переходити у рухомі форми та бути доступними для рослин. У Народицькому, Лугинському, Олевському районах вони займають близько 40% території. Найменше дерново-підзолистих ґрунтів у Житомирському районі – 12,1% (9,2 тис. га), а найбільше у Коростенському – 47,6% (39,5 тис. га).

У досліджуваних районах щорічно у повітря викидається більше 13 тис. тонн шкідливих речовин, в тому числі від автотранспорту – більше 9 тис. тонн (за даними статистичної звітності Державного управління екології і природних ресурсів у Житомирській області). Значну роль у забрудненні ґрунтів важкими металами відіграє також і сільське господарство. Підвищення родючості ґрунтів досліджуваного регіону відбувалось за рахунок внесення великої кількості мінеральних, вапнякових та органічних добрив, що мають важливе значення для збільшення виробництва сільськогосподарської продукції. Суттєвий недолік добрив – наявність у них супутніх баластних елементів і, особливо, токсичних металів. Незважаючи на те, що за останні роки кількість внесення добрив зменшилась (табл. 1), значна кількість важких металів, які накопичилися протягом попередніх років, акумулювалася у ґрунтах.

Таблиця 1.

Внесення мінеральних, вапнякових та органічних добрив у досліджуваних районах Житомирської області за період 1986 – 1996 рр.

Райони	Мінеральні добрива, кг/га д.р.		Вапнякові добрива, т/га		Органічні добрива, т/га	
	1986 – 1990	1991 – 1996	1986 – 1990	1991 – 1996	1986 – 1990	1991 – 1996
Народицький	393	50	5,5	4,1	13,8	6,3
Овруцький	405	119	5,0	4,3	15,3	10,6
Коростенський	388	75	4,8	3,8	8,9	5,2
Олевський	398	169	5,2	4,7	16,3	9,9
Лугинський	387	171	4,8	4,3	13,2	5,7
Середнє по забруднених районах	394	119	5,1	4,2	13,5	7,5
Житомирський	133	94	3,6	3,6	9,4	5,6

В порівнянні з незабрудненим радіонуклідами Житомирським районом, де мінеральні та вапнякові добрива вносились тільки для покращення родючості ґрунтів і підвищення урожайності сільськогосподарських культур, вапнякових добрив було внесено в 1,4 рази менше (3,6 т/га), а мінеральних – у 2,8 рази менше (133 кг/га діючої речовини), ніж у забруднених районах.

Разом з добривами та вапняковими матеріалами було внесено значну кількість важких металів на 1 га ріллі (табл. 2.).

Найбільша кількість свинцю та цинку була внесена у ґрунт в Овруцькому районі, а кадмію, міді, нікелю – у Народноцькому районі.

В Житомирському районі, який не забруднений радіонуклідами, разом з добривами внесли незначну кількість важких металів.

Таблиця 2.

Розрахункові дані кількості важких металів, внесених на 1 га ріллі з добривами, г (1986 – 1996 рр.)

Райони	Важкі метали				
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni
Народицький	12,40	3,46	41,73	27,49	27,09
Овруцький	12,47	3,41	41,67	27,88	26,12
Коростенський	11,96	3,09	39,96	26,73	25,08
Олевський	12,26	3,35	40,94	27,42	25,67
Лугинський	11,94	3,09	39,90	26,67	25,06
Середнє по забруднених районах	12,21	3,32	40,84	27,24	25,80
Житомирський	5,02	2,20	17,80	10,70	14,70

Порівняння внесення важких металів на 1 га ріллі у Житомирському районі з північними районами показало, що їх кількість менша по свинцю в 2,4 рази; по кадмію – у 1,5; по цинку – у 2,3; по міді – у 2,5; по нікелю – у 1,8 рази.

Фактичний валовий вміст важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах Житомирського Полісся, який відрізняється від розрахункових даних, представлений у таблиці 3.

Таблиця 3.

Валовий вміст важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах досліджуваних районів Житомирського Полісся, мг/кг

Райони	Елементи					
	Pb	Cd	Co	Zn	Cu	Ni
Народицький (n=55)	23,5	1,04	2,9	28,3	18,3	16,8
Овруцький (n=60)	11,2	1,2	6,8	23,4	12,9	19,5
Лугинський (n=55)	14,8	3,0	3,1	28,6	22,6	6,1
Коростенський (n=60)	24,6	2,7	5,7	34,2	18,8	18,4
Олевський (n=55)	18,3	1,1	4,2	27,7	19,5	6,8
Регіональний фон	12	0,5	2,8	30	20	7

Вміст свинцю у ґрунтах Народицького і Коростенського районів перевищував регіональний фон (за даними досліджень Б.Ф. Міцкевича, 1971) удвічі, а в Овруцькому та Лугинському районах знаходився в межах фону. Вміст кадмію в ґрунтах усіх районів перевищував фон у 2–6 разів, а кобальту – у 1,1–2,4 рази, крім Народицького району, де його вміст у ґрунті був на рівні фонових значень. Вміст цинку та міді в ґрунтах усіх районів не перевищував регіонального фону і лише незначне перевищення його по цинку спостерігалось в Коростенському районі, а по міді у Лугинському. У всіх районах, за виключенням Лугинського та Олевського районів, вміст нікелю у ґрунті перевищував регіональний фон у 2,6 – 4,7 рази.

Встановлено, що в дерново-підзолистих ґрунтах Житомирського Полісся вміст рухомих форм важких металів нижчий у порівнянні з ГДК, за винятком свинцю, вміст якого у деяких районах перевищував ГДК втричі. Найбільший вміст рухомих форм свинцю спостерігався у ґрунтах Овруцького району – 5,8 мг/кг, а найменший у Лугинському районі – 2,2 мг/кг ґрунту (на рівні ГДК).

У **четвертому розділі** “Розподіл важких металів у ландшафтах Житомирського Полісся” показано роль лісових насаджень, як біофізичних бар’єрів, при розподілі важких металів у ландшафтній сфері. В агроландшафтах лісової зони екологічні функції захисних лісових насаджень досліджені недостатньо. Поліська зона відноситься до зони нетрадиційного поlezахисного



лісорозведення, тому основна увага надавалась вивченню вмісту і розподілу в ландшафті різних форм важких металів з урахуванням впливу лісових насаджень.

Досліджувані райони Житомирського Полісся мають значну площу лісів – від 27,4% до 69,2% загальної площі. Але разом з тим, площа полежахисних лісових смуг дуже незначна і знаходиться в межах від 0,04% до 0,22%. Найбільша площа лісосмуг у Житомирському районі – 0,31 тис. га, а найменша у Лугинському районі – 0,04 тис. га.

Розподіл важких металів між елементами ландшафту, з урахуванням впливу захисних лісових насаджень, характеризується за допомогою коефіцієнта акумуляції (Ка) – відношення вмісту елементу в об'єкті на різній відстані від лісосмуги до вмісту елементу в лісосмузі. Він показує інтенсивність накопичення та розподіл елементів у ґрунтах ландшафту (табл.4).

Дані таблиці 4 свідчать, що на відстані 2Н від лісової смуги з обох її боків вміст свинцю, кадмію, цинку, нікелю збільшувався в порівнянні з їх вмістом у лісосмузі, а коефіцієнти акумуляції для даних елементів більші 1.

Для міді і кобальту спостерігалась тенденція до накопичення їх безпосередньо у лісосмузі, так як коефіцієнт акумуляції на відстані 2Н менший 1.

Таблиця 4.

Коефіцієнти акумуляції валового вмісту важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах (Народицький район).

Місце знаходження	Елементи					
	свинець	кадмій	кобальт	цинк	нікель	мідь
Східний бік лісосмуги						
На відстані від ЛС 2 Н*	1,05	1,16	0,70	1,15	1,07	0,94
5 Н	0,90	0,82	0,58	1,04	0,73	0,77
15 Н	0,65	0,45	0,26	0,64	0,40	0,55
відкрите поле	0,52	0,35	0,21	0,60	0,62	0,54
Західний бік лісосмуги						
На відстані від ЛС 2 Н	1,41	1,22	0,99	1,22	1,26	0,86
5 Н	1,22	1,10	0,95	0,71	1,02	0,82
15 Н	0,92	0,52	0,67	0,57	0,80	0,64
відкрите поле	0,62	0,43	0,39	0,49	0,79	0,41

\*) Н – висота лісосмуги, м

Необхідно зазначити, що із збільшенням відстані від лісосмуги до 5Н коефіцієнт акумуляції змінювався поступово для всіх металів. Із збільшенням відстані до 15Н та у відкритому полі (25-30Н) він зменшувався більш різко і досягав мінімуму.

Розподіл всіх досліджуваних елементів по профілю дерново-підзолистого ґрунту проходить таким чином, що максимального навантаження зазнає верхній горизонт ґрунту, в якому відбувається їх закріплення. Підзолистий процес зумовлює зниження вмісту елементів у підзолистому горизонті і збільшення його в ілювіальному горизонті, що може бути пов'язано з вимиванням елементів з вищих горизонтів. Ілювіальний горизонт більш важкий за гранулометричним складом, що в свою чергу також сприяє накопиченню в ньому забруднювачів. У порівнянні з материнською породою вміст всіх досліджуваних елементів був вищим у гумусовому горизонті в 1,4 – 4,8 рази, а в ілювіальному – у 1,2 – 2,6 рази. Але такі елементи як кобальт, кадмій, нікель та свинець майже рівномірно розподіляються по ґрунтовому профілю, тому що коефіцієнт варіації значень цих елементів знаходиться в межах 0,32 – 0,60. Рухомість важких металів по ґрунтовому профілю розподілялась за таким ранговим рядом:  $Cu > Zn > Ni > Co > Cd > Pb$ .

У п'ятому розділі “Взаємозв'язок між вмістом важких металів та фізико-хімічними властивостями дерново-підзолистого ґрунту” показано, що між фізико-хімічними властивостями ґрунту та рухомістю важких металів встановлена висока кореляційна залежність.

Аналіз проведених досліджень засвідчує чітку тенденцію щодо збільшення валового вмісту Pb, Cu, Cd, Co, Zn, Ni залежно від збільшення вмісту гумусу в ґрунті. Так, при його підвищенні від 1,0% до 2% збільшувався вміст валових форм міді від 10,0 мг/кг до 32,0 мг/кг, свинцю – від 8,0 мг/кг до 35,0 мг/кг, кадмію – від 0,6 до 1,5 мг/кг, кобальту – від 0,4 мг/кг до 4,1 мг/кг, цинку – від 17,0 мг/кг до 63,0 мг/кг, нікелю – від 16,0 мг/кг до 45,0 мг/кг ґрунту. Коефіцієнти кореляції вказують на те, що між вмістом валових форм міді, кадмію, кобальту, свинцю, цинку й нікелю та вмістом гумусу в дерново-підзолистому ґрунті спостерігався тісний зв'язок ( $r = 0,70 - 0,87$ ).

Дослідженнями встановлено, що при вмісті гумусу 1% вміст рухомих форм Cu складав 1,30 мг/кг; Pb – 2,10; Co – 1,20; Zn – 10,5; Ni – 4,0 мг/кг ґрунту (рис.1).

Рис. 1. Зв'язок вмісту рухомих форм Cu, Pb та Co з вмістом гумусу.

При збільшенні вмісту гумусу до 2% рухомі форми Cu зменшувалися на 45%, Pb – на 19%, Co – на 40%, Zn – на 45%, Ni – на 38 %.

Зв'язок між вмістом рухомих форм досліджуваних металів та вмістом гумусу у дерново-підзолистих ґрунтах був середньої тісноти і коефіцієнт кореляції складав: для Pb – 0,68, Zn – 0,58, Cu – 0,58, Co – 0,67, а для нікелю зв'язок був тісний ( $r = 0,74$ ).

Вміст важких металів у ґрунтах і доступність їх для рослин в багатьох випадках визначаються реакцією ґрунтового розчину. В нейтральних і лужних ґрунтах рухомість металів менша, вони мігрують слабше, ніж у кислих (рис. 2).

Рис. 2. Залежність вмісту рухомих форм Pb, Cu та Co від значення  $pH_{\text{сол}}$  ґрунту.

Гранулометричний склад ґрунту має прямий вплив на закріплення та вивільнення важких металів, тому небезпека їх надходження в рослини на важких ґрунтах менша. Збагачені глинистими мінералами ґрунти накопичують значну кількість важких металів.

Встановлено, що зв'язок валового вмісту важких металів з вмістом фізичної глини у дерново-підзолистих ґрунтах для свинцю тісний ( $r = 0,77$ ). Для кадмію, кобальту, нікелю, міді та цинку зв'язок середньої тісноти – коефіцієнти кореляції знаходяться в межах 0,39 – 0,62. Між вмістом рухомих форм важких металів та вмістом фізичної глини в дерново-підзолистому ґрунті спостерігається зв'язок середньої тісноти ( $r = 0,45 - 0,63$ ).

Отже, гранулометричний склад ґрунту має прямий вплив на закріплення та вивільнення важких металів у ньому.

Дослідження, проведені на дерново-підзолистих ґрунтах, показали, що між вмістом у ґрунті валових форм Cu, Pb й Ni та їх рухомими формами встановлений зв'язок середньої тісноти, коефіцієнт кореляції знаходиться в межах 0,55 – 0,63, а для валових форм Zn і Co зв'язок є слабким ( $r = 0,23$ ,  $r = 0,25$ , відповідно).

Це свідчить про те, що важкі метали зв'язуються органічною речовиною ґрунту. За міцністю закріплення органічною речовиною валових форм металів встановлений наступний ранговий ряд: Ni>Cu>Pb>Zn>Cd>Co. По міцності закріплення металів глинистою фракцією встановлений такий ранговий ряд: Pb>Co>Ni>Cd>Zn>Cu. Кислотність дерново-підзолистого ґрунту впливає на рухомість важких металів.

У **шостому розділі** “Вплив важких металів на біологічну активність ґрунту та накопичення їх у рослинах” показано вплив важких металів на біологічну активність ґрунту та встановлені коефіцієнти їх біологічного поглинання для сільськогосподарських і дикоростучих рослин.

В результаті досліджень встановлено, що в процесі зростання вмісту рухомих форм досліджуваних елементів спостерігався спад біологічної активності дерново-підзолистого ґрунту (рис. 3).

Рис. 3. Залежність біологічної активності ґрунту від вмісту рухомих форм Рb, Cu, Co.

Так, при вмісті у дерново-підзолистому ґрунті рухомих форм цинку – 23 мг/кг, нікелю – 7,5, свинцю – 3,6, міді – 2,5, кобальту – 2,6 мг/кг відсоток розкладання целюлози був найменшим. Із зменшенням у ґрунті вмісту рухомих форм важких металів біологічна активність поступово збільшувалась і при вмісті цинку – 5,9 мг/кг, нікелю – 1,6, свинцю – 1,58, міді – 0,72, кобальту – 0,68 мг/кг складала 63%.

Загалом, найвищий відсоток розкладання целюлози виявлено в ґрунті, де концентрація рухомих форм важких металів найнижча, а найнижчий – в ґрунті з найвищим вмістом забруднюючих елементів, особливо свинцю та нікелю.

Для оцінки інтенсивності біологічного поглинання елемента рослинами А.І.Перельман (1977) запропонував використовувати коефіцієнт біологічного поглинання (КБП). Цей коефіцієнт є показником того, на скільки хімічний елемент за даних умов може бути поглинутим різними видами сільськогосподарських рослин (табл. 5).

Таблиця 5.

Вміст важких металів у сухій речовині рослин і значення КБП (середнє за 1996-1998 рр.).

Культури	Елементи									
	Рb		Co		Zn		Cu		Ni	
	мг/кг	КБП	мг/кг	КБП	мг/кг	КБП	мг/кг	КБП	мг/кг	КБП
Різно-трав'я	0,92	0,50	0,70	0,99	5,47	0,60	2,48	3,22	2,13	1,11
Озиме жито	0,70	0,40	0,46	0,46	2,16	0,21	1,81	2,45	3,44	2,37
Овес з підсівом конюшини	0,78	0,62	0,27	0,56	2,13	0,50	1,27	1,95	4,50	6,92
Люпино-вівсяна сумішка	0,91	0,50	0,64	0,57	2,90	0,27	1,62	1,74	1,52	0,39
Вико-вівсяна сумішка	0,73	0,38	0,47	0,44	3,32	0,30	1,36	1,28	3,18	1,13

Найбільший КБП свинцю спостерігався на посівах вівса з підсівом конюшини – 0,62; найменший – на посівах вико-вівсяної сумішки – 0,38. У природному різнотрав'ї КБП Co був найвищим – 0,99; у зернових культур він знаходився в межах 0,46 – 0,56; у однорічних трав (вико-вівсяна

сумішка) був найменший – 0,44. Найвищий КБП цинку в рослинах спостерігався в природному різнотрав'ї – 0,60; найнижчий – на посівах озимого жита – 0,21; для однорічних трав він варіював у межах від 0,27 до 0,31. Щодо міді, то найбільший КБП був у природному різнотрав'ї – 3,22; а найменший у вико-вівсяній сумішці – 1,28; у зернових він знаходився в межах 1,95 – 2,45. КБП нікелю найбільше значення мав на посівах вівса з підсівом конюшини, де він складав 6,92, а найменше - на посівах люпино-вівсяної сумішки – 0,33.

За інтенсивністю накопичення рослинами важких металів встановлені наступні ранговані ряди: для озимого жита та вико-вівсяної сумішки Cu>Ni> Co>Pb>Zn, для природного різнотрав'я Cu>Ni>Co>Zn>Pb, для люпино-вівсяної сумішки: Cu>Co>Pb>Ni>Zn, для вівса з підсівом конюшини: Ni>Cu >Pb>Co>Zn.

У сьомому розділі “Екологічна оцінка стану забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів Житомирського Полісся” показано, що у дерново-підзолистих ґрунтах зони Житомирського Полісся фактичний вміст валових і рухомих форм важких металів змінювався у дуже широкому діапазоні. Діапазон коливання валового вмісту досліджуваних важких металів між мінімальними та максимальними значеннями був – 10 – 80 разів, для рухомих форм він був значно меншим і складав 2,9 – 7,8 рази.

На основі показника інтенсивності забруднення природного компонента (запропонованого В.М.Гуцуляком, 1994), визначили оцінку екологічної ситуації забруднення дерново-підзолистих ґрунтів важкими металами для п'яти поліських районів Житомирської області (табл. 6).

Таблиця 6.

Оцінка екологічної небезпеки забруднення дерново-підзолистих ґрунтів агроландшафтів північних районів Житомирського Полісся важкими металами

Райони Житомирської області	Величина показника інтенсивності забруднення (Pj)	Категорія інтенсивності забруднення	Можливі зміни показників здоров'я населення (за даними МОЗ)
Народицький	31,4	Небезпечна	Збільшення загальної захворюваності дітей; часті хронічні захворювання; порушення функціонального стану серцево-судинної системи
Овруцький	33,7	Небезпечна	
Лугинський	41,6	Небезпечна	
Коростенський	47,4	Небезпечна	
Олевський	28,0	Помірно небезпечна	Збільшення загальної захворюваності населення

В чотирьох досліджуваних районах екологічна ситуація по забрудненню дерново-підзолистих ґрунтів важкими металами небезпечна, а в одному районі – Олевському – помірно небезпечна. Показник екологічної небезпечності складав по чотирьох районах 31,4 – 47,1, а

по Олевському 28,0 одиниць відповідно (екологічна ситуація вважається безпечною при показнику інтенсивності забруднення ґрунтів до 15).

Екологічна ситуація, по забрудненню дерново-підзолистих ґрунтів важкими металами, що склалася у п'яти північних районах Житомирського Полісся, може призвести до забруднення сільськогосподарської продукції вище рівня допустимих санітарно-гігієнічних норм.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведені результати досліджень закономірностей накопичення різних форм важких металів (Pb, Cd, Co, Zn, Ni, Cu) у дерново-підзолистих ґрунтах і рослинах та особливості їх міграції в ландшафтній сфері Полісся.

1. Всі райони досліджуваного регіону характеризуються небезпечною екологічною ситуацією щодо вмісту важких металів у ґрунтах. Виявлено, що їх валовий вміст у Коростенському, Народицькому, Олевському районах перевищує фонові значення: Pb в 1,5 – 2 рази, Cd – 2 – 5; Ni – 2,5 рази.

Вміст же рухомих форм важких металів у агроландшафтах досліджуваного регіону є нижчим від значень ГДК, за винятком Pb, вміст якого перевищував контрольний рівень у 2,2–2,9 рази. Найбільша його кількість спостерігалась у ґрунтах Народицького та Овруцького районів – 4,2 мг/кг і 5,8 мг/кг відповідно.

2. Виявлена висока роль полезахисних лісових смуг як біофізичних бар'єрів, які акумулюють важкі метали та запобігають їх територіальній міграції. Безпосередньо у полезахисній лісосмузі й на відстані 2 висот лісосмуги (2Н) простежується загальна тенденція до зростання валового вмісту важких металів, а із збільшенням відстані до 15Н та у відкритому полі їх вміст знижувався. У ґрунті вміст всіх елементів був нижчим від ГДК, крім вмісту свинцю на відстані до 5Н, який перевищував даний рівень.

Вміст рухомих форм важких металів у ґрунті під лісосмугою, в облісненій частині поля (2-20Н) та у відкритій його частині (25-30Н) не перевищував значень ГДК.

3. Валовий вміст важких металів максимально представлений у гумусовому та ілювіальному горизонтах, відповідно: Pb 24,0 мг/кг і 14,2 мг/кг; Ni – 44,5 і 35,0; Zn – 25,9 і 20,6; Cu – 19,7 і 12,3; Cd – 0,99 і 0,77; Co 2,05 мг/кг і 1,64 мг/кг ґрунту відповідно. У порівнянні з материнською породою вміст усіх досліджуваних елементів був вищим у гумусовому горизонті в 2,1–4,8 рази, а в ілювіальному – у 1,2–2,6 рази, тобто гумусові та ілювіальні горизонти дерново-підзолистих ґрунтів виконують роль відповідного бар'єру на шляху потоку шкідливих речовин. Рухомість важких металів по ґрунтовому профілю розподілялась наступним чином: Cu>Zn>Ni>Co>Cd>Pb.

4. Важкі метали зв'язуються органічною речовиною ґрунту та фракцією фізичної глини. При збільшенні вмісту гумусу збільшувалось накопичення валового вмісту досліджуваних елементів, а

накопичення рухомих форм зменшувалось. За міцністю закріплення органічною речовиною металів встановлений наступний ранговий ряд: Ni>Cu>Pb>Zn>Cd>Co.

При збільшенні вмісту фракції фізичної глини у ґрунті валовий вміст важких металів збільшувався, а рухомих, навпаки, зменшувався. За міцністю закріплення металів глинистою фракцією дерново-підзолистих ґрунтів встановлений наступний ранговий ряд: Pb>Co>Ni>Cd>Zn>Cu.

5. Кислотність дерново-підзолистого ґрунту впливає на рухомість важких металів. При зміні рН сольової витяжки від 4,6 до 5,9 відсоток рухомих форм важких металів зменшувався: Pb від 10,1% до 5,0%; Co – 59,1%–34,8%; Zn – 59,7% – 17,8%; Ni – 16,2% – 4,4%; Cu – 8,7% – 4,7%.

6. Доведено, що забруднення дерново-підзолистих ґрунтів важкими металами суттєво впливає на біологічну активність ґрунтових мікроорганізмів. Найвищий відсоток розкладання целюлози спостерігався у ґрунті, де вміст рухомих форм важких металів був найнижчим, а найнижчий, навпаки, у ґрунті з високим вмістом металів, особливо Pb та Ni. При зменшенні вмісту рухомих форм досліджуваних елементів у ґрунтах у 2 рази, інтенсивність розкладання целюлози різко зростала від 10% до 63%.

7. Виявлено, що для природного різнотрав'я, озимого жита, вівса з підсівом конюшини, люпино-вівсяної сумішки, вико-вівсяної сумішки характерне інтенсивне поглинання міді та нікелю – коефіцієнт біологічного поглинання складав 1,8 – 3,2 та 1,1 – 6,9 відповідно. Для Co, Pb, Zn поглинання було менш інтенсивним і КБП не перевищував 1,0. За інтенсивністю накопичення важких металів рослинами встановлені наступні закономірності: для природного різнотрав'я – Cu > Ni > Co > Zn > Pb, для озимого жита та вико-вівсяної сумішки – Cu > Ni > Co > Pb > Zn, для люпино-вівсяної сумішки – Cu > Co > Pb > Ni > Zn, для вівса з підсівом конюшини – Ni > Cu > Pb > Co > Zn.

8. Показник інтенсивності забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів агроландшафтів Житомирського Полісся складає 28,0 – 47,1. Така ситуація може призвести до забруднення сільськогосподарської продукції важкими металами вище допустимих санітарно-гігієнічних норм.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

1. Господарствам регіону Житомирського Полісся слід використовувати у своїй роботі встановлені нами показники рівнів забруднення ґрунтів важкими металами та шкалу екологічного нормування їх вмісту.

2. Для зменшення негативного впливу важких металів, які надходять у результаті викидів від різних джерел на ландшафти, необхідно використовувати комплекс агротехнічних та агролісомеліоративних заходів у поєднанні з інтенсифікацією природних механізмів очищення.

3. В межах до 5Н від полезахисних лісових смуг слід вирощувати культури стійкі до накопичення важких металів, такі як озимі і ярі зернові.

### **СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:**

1. Васенков Г.И., Довбиш Л.Л. Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове различных элементов агроландшафтов Полесья. Труды Межгосуд.научн.конференции “Современные проблемы охраны земель” (Киев, 10-12 сентября 1997 г.) / НАН Украины. Киев: СОПС, 1997. – ч. 2, с. 213-215.

2. Довбиш Л.Л., Васенков Г.И. Розподіл важких металів в дерново-підзолистих ґрунтах агроландшафтів Полісся // Вісник ДААУ, 1998. – №2. С.116-119.

3. Довбиш Л.Л. Розподіл важких металів в дерново-підзолистих ґрунтах. Міжвідомчий тематичний науковий збірник “Агрохімія і ґрунтознавство”, спецвипуск до V з’їзду УТТА (6-10 липня 1998 р., м. Рівне). Харків. УААН, 1998. С. 82-83.

4. Васенков Г.И., Довбиш Л.Л., Піциль А.С. Концентрація свинцю у ґрунтах приміських ландшафтів //Вісник ДААУ: Спец. вип. Жовтень. 2000. С. 317-319.

5. Довбиш Л.Л. Важкі метали в ґрунтах агроландшафтів Полісся //Вісник ДААУ: Спец. вип. Жовтень. 2000. С.90-92.

### **Анотація**

Довбиш Л.Л. Забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів лісоаграрних ландшафтів Полісся. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16. – екологія. – Державний агроекологічний університет, м. Житомир, 2002.

Дисертація присвячена вивченню параметрів забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів і елементів агроландшафту та закономірностей їх міграції в ландшафтній сфері із урахуванням впливу полезахисних лісових смуг.

Встановлено, що вміст Zn і Cu в ґрунтах досліджуваного регіону знаходився на рівні місцевого геохімічного фону, а вміст Pb, Ni, Co і Cd перевищує фонові значення.

Проведені дослідження показали, що полезахисні лісові смуги в ландшафтах Полісся є потужними природними бар’єрами на шляху територіальної міграції важких металів. Закономірність у розподілі важких металів в облісненому полі полягає в тому, що вони



максимально накопичувалися безпосередньо у лісосмузі та в зоні 2Н від лісосмуги. Із збільшенням відстані від лісосмуги в бік відкритого поля валовий вміст металів зменшувався.

Дослідження залежності величини вмісту важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах Полісся від фізико-хімічних показників показали пряму пропорційну залежність їх рухомості від величини вмісту гумусу, рН сольової витяжки, гранулометричного складу.

Встановлено, що найвищий відсоток клітковиноруїнуючих організмів спостерігався в ґрунті, який має найменшу ступінь забруднення важким металами.

Характер накопичення важких металів рослинами залежить від їх біологічних особливостей. Максимальне накопичення важких металів рослинами спостерігалось у злакових культур.

Екологічна ситуація забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів агроландшафтів досліджуваної території характеризується як небезпечна.

**Ключові слова:** ландшафт, ґрунт, важкі метали, фон, забруднення, вміст, міграція, лісосмуга, залежність.

#### **Аннотація**

Довбыш Л.Л. Загрязнение тяжелыми металлами дерново-подзолистых почв в лесоаграрных ландшафтах Полесья. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16. – экология. – Государственный агроэкологический университет, г. Житомир, 2002.

Диссертация посвящена изучению параметров процесса загрязнения тяжелыми металлами разных типов почв и элементов агроландшафта, а также исследованию закономерностей их миграции в ландшафтной сфере и природных системах с учетом влияния защитных лесных насаждений.

Концентрации цинка и меди в почвах региона, в котором проводились исследования, находится на уровне местного геохимического фона – коэффициенты концентрации этих элементов составляют соответственно 0,92 – 0,95 и 0,92 – 0,98, а концентрации свинца, никеля, кобальта и кадмия превышают фоновую концентрацию и их коэффициенты концентрации составляют соответственно 1,22 – 2,01; 2,63 – 4,70; 1,05 – 2,43; 1,13 – 5,40.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в агроландшафтах было меньше значений ПДК, за исключением Рb, содержание которого превышало ПДК у 2,2 – 2,9 раза.

Полезащитные лесные полосы в ландшафтах Полесья являются мощным природным барьером на пути территориальной миграции тяжелых металлов. Закономерность в распределении тяжелых металлов в облесенном поле состоит в том, что максимальное их содержание в почве

наблюдается в зоне до 2Н от лесной полосы, где валовое содержание загрязнителей находится на уровне ГДК или превышает его.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве под лесополосой, в защищенном поле (2-20Н) и в открытом поле (25-30Н) не превышало ГДК.

Максимальное количество исследуемых элементов обнаруживается в гумусном и иллювиальном горизонтах почвы. Подвижность тяжелых металлов по почвенному профилю распределялась следующим образом: Cu>Zn>Ni>Co>Cd>Pb.

Установлены корреляционные зависимости содержания тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах Полесья от физико-химических показателей почвы, таких как содержание почвенного гумуса, рН почвенной среды, физической глины. При увеличении в почве содержания гумуса и физической глины увеличивалось накопление валового содержания тяжелых металлов, а накопление подвижных форм уменьшалось. Процент подвижных форм тяжелых металлов уменьшался при изменении рН<sub>сол</sub> от 4,6 до 5,9.

Отмечено, что наивысший процент организмов, разрушающих клетчатку, обнаруживается в почве, имеющей наименьшую степень загрязнения, что свидетельствует о том, что степень загрязненности почвы токсическими элементами, особенно свинцом и никелем, влияет на ее биологическую активность. Разложение целлюлозы увеличивалось при уменьшении содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве.

Характер накопления тяжелых металлов растениями зависит от их биологических особенностей.

Экологическая ситуация по загрязнению тяжелыми металлами дерново-подзолистых почв агроландшафтов исследуемой территории характеризуется как неблагоприятная.

**Ключевые слова:** ландшафт, почва, тяжелые металлы, фон, загрязнение, содержание, миграция, лесополоса, зависимость.

### Summary

L.L. Dovbysh. Contamination of soddy podzolic soils with heavy metals agroforest landscapes of Polissya.–Manuscript.

The thesis for the degree of Candidate of Agricultural Science. Speciality: 03.00.16 – Ecology. The State Agroecological University, Zhytomir, 2002.

The thesis studies the parameters of the process of contamination of different types of soils and agrolandscape element with heavy metals. It also investigates the regularities of their migration in landscape sphere and natural systems in view of the influence of shelterbelt forests.

The concentration of zinc and copper in the investigated soils of the region are at the level of the local geochemical background. The concentrations of lead, nickel, cobalt and cadmium exceed the background concentration and their concentration.

Forest shelterbelts in agroforest landscapes of Polissya are a powerful barrier on the way of territorial migration of heavy metals. The regularity in distribution of heavy metals in an afforested field is that their maximum content is observed in the zone of up to 2H from the forest shelterbeet where gross content of contaminants is within permissible level limits (PLL) or exceeds them.

The maximum amount of the investigated elements is found in humus and illuvial horizons of soil.

The pattern of heavy metal accumulation by plants depends on their biological features. The maximum accumulation of heavy metals is observed in cereal crops. It has been pointed out that the highest percentage of organisms destroying cellulose is found in the soil having the least contamination level which testifies to the fact that the degree of soil contamination with toxic elements, especially with lead and nickel affects its biological activity.

Correlation dependence of heavy metal content in soddy podzolic soils of Polissia on physical and chemical indicators of soil such as humus content, pH of soil medium and physical clay has been established.

The ecological situation concerning landscape soddy podzolic soil contamination with heavy metals in the investigated area is characterized as unfavourable.

**Key words:** landscape, soil, heavy metals, background, contamination, content, migration, forest shelterbelt, dependance.