

УДК 504.53

Л.В. Флоря, асп.

Одеський державний екологічний університет

## ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І

*Наведено результати агроекологічної оцінки ґрунтів Одеської області по районах за 2000-2007рр. та рівня забруднення важкими металами, а також їх вплив на урожайність сільськогосподарських культур (озима пшениця, ярий ячмінь та кукурудза). Представлені ГДК (гранично допустимі концентрації) важких металів в ґрунтах і допустимий вміст за показником шкідливості.*

**Ключові слова:** забруднення, важкі метали, ГДК, урожайність, допустимий вміст, показник шкідливості.

**Вступ.** За останні 10-15 років одним із найважливіших факторів, які визначають продуктивність культурних рослин і якість урожаю, є техногенний процес на агроекосистеми. Промислові підприємства України щорічно викидають в атмосферу близько 16 млн. тонн шкідливих речовин. До числа найбільш агресивних із них відносяться важкі метали. В наш час близько 20% орних земель країни певною мірою забруднені важкими металами, основними з яких є Ni, Zn, Co, Cr, Pb, Hg і Cu.

Стан ґрунтів Одеської області за останні десятиріччя значно погіршився. Але на даний момент вміст в ґрунтах області важких металів знаходиться в межах допустимих норм.

**Мета дослідження** – оцінка рівня забруднення ґрунтів важкими металами в Одеській області та їх вплив на урожайність сільськогосподарських культур, зокрема на озиму пшеницю, ярий ячмінь та кукурудзу за останнє десятиріччя.

**Об'єкти та вихідні матеріали дослідження.** Ґрунти є обов'язковим компонентом будь-якої екосистеми і середовищем існування різноманітних живих істот. Найбільш суттєві зміни через техногенне забруднення проявляються у складі мікроценозів ґрунту, небажаними наслідками якого є часткова втрата родючості. Слід зазначити, що важкі метали є одним із найнебезпечніших чинників забруднення довкілля. Потрапляючи в ґрунт з газопиловими викидами промислових підприємств, автотранспорту, домішками добрив, пестицидів та інших речовин, вони нагромаджуються в ньому у значних кількостях, що перевищують гранично допустимі концентрації [1].

За таких умов відбувається порушення процесів мінералізації за рахунок зниження фізіологічної активності самоочищення ґрунтів та їх буферної здатності зв'язувати токсиканти. Все це створює передумови до значного нагромадження рухомих форм важких металів у ґрунті, їх акумуляції рослинами та міграції трофічними ланцюгами живлення.

На рухомість важких металів у ґрунті значно впливають кислотно-основні умови (рН). Нейтральні і лужні ґрунти обмежують їх рухомість, оскільки більшість їх зв'язується і осаджується карбонатами, а в кислому середовищі, навпаки, токсичні елементи активно мігрують [2].

Для характеристики забруднення ґрунтів важкими металами використовується коефіцієнт концентрації, який дорівнює відношенню концентрації елемента в забруднених ґрунтах до його фонові концентрації. При забрудненні декількома важкими металами ступінь забруднення оцінюється за величиною сумарного показника

концентрації ( $Z_c$ ). Запропонована шкала забруднення ґрунтів важкими металами наведена в табл. 1 [3].

Таблиця 1 – Схема оцінки ґрунтів сільськогосподарського призначення за ступенем забруднення важкими металами (Держкомгідромет СРСР, № 02-10, 51-233 від 10.12.90)

Категорії ґрунтів за ступенем забруднення	$Z_c$	Забруднення відносно ГДК	Можливе використання ґрунтів	Необхідні заходи
Допустима	<16	Перевищує фонове, але не більше ГДК	Використання під будь-які культури	Зниження рівня дії джерел забруднення ґрунтів. Зниження доступності токсикантів для рослин
Помірно небезпечна	16,1-32,0	Перевищує ГДК при лімітуючому загальносанітарному і міграційному водному показнику шкідливості, але менше від ГДК по транслокаційному	Використання під будь-які культури за умови контролю якості продукції рослинництва	Заходи, аналогічні категорії 1. При присутності речовин з міграційним водним показником проводиться контроль за вмістом цих речовин в поверхневих і підземних водах
Сильно небезпечна	32,1-128	Перевищує ГДК при лімітуючому транслокаційному показнику шкідливості	Використання під технічні культури без одержання із них продуктів харчування і кормів	Заходи, аналогічні категорії 1. Обов'язковий контроль за вмістом токсикантів в рослинах, які використовуються в якості харчування і кормів.
Надзвичайно небезпечна	>128	Перевищує ГДК за всіма показниками	Виключити із сільськогосподарського використання	Зниження рівня забруднення і зв'язування токсикантів в атмосфері, ґрунті і воді

Господарська діяльність людини, особливо інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, призводить до забруднення довкілля. Зростання вживання добрив може давати побічний негативний результат, пов'язаний із збільшенням вмісту в ґрунті важких металів. Стосовно ґрунтів Одеської області вивчається вміст рухливих форм основних видів важких металів на прикладі свинцю (Pb), кадмію (Cd), цинку (Zn), ртуті (Hg), міді (Cu), мангану (Mn), і кобальту (Co).

В табл. 2 наведені значення ГДК важких металів в ґрунтах і допустимий вміст за показником шкідливості. При санітарно-гігієнічному нормуванні враховуються показники шкідливості: транслокаційний ( $K_1$ ) – лімітуючий перехід нормованої забруднюючої речовини в рослині; міграційний водний ( $K_2$ ) – лімітуючий перехід нормованої забруднюючої речовини в водне середовище; загальносанітарний ( $K_3$ ) – оцінюючий властивість ґрунтів до самоочищення і ґрунтовий мікробіоценоз.

Сполуки важких металів, які надходять в ґрунт, піддаються трансформації, причому найбільш поширені процеси переходу водорозчинних сполук у важкорозчинні (оксиди, гідроксиди, комплексні сполуки та ін.).

Таблиця 2 – ГДК окремих важких металів в ґрунтах і допустимий вміст за показником шкідливості

Елемент	Клас небезпеки	ГДК, мг/кг ґрунту з урахуванням фону	Показник шкідливості		
			K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>
Водорозчинні форми					
F	1	10,0	10,0	10,0	10,0
Рухомі форми					
Cu	2	3,0	3,5	72,0	3,0
Ni	2	4,0	6,7	14,0	4,0
Zn	1	23,0	23,0	200,0	37,0
Co	2	5,0	25,0	>1000	5,0
F	1	2,8	2,8	-	-
Cr	2	6,0	-	-	6,0
Валовий вміст					
Mn	3	1500,0	3500,0	1500,0	1500,0
Pb	1	30,0	35,0	260,0	30,0
As	1	2,0	2,0	15,0	10,0
Hg	1	2,1	2,1	33,0	5,0
Cu	2	55,0	-	-	-
Ni	2	85,0	-	-	-
Zn	1	100,0	-	-	-

Низька розчинність оксидів і гідроксидів важких металів зумовлює незначну міграційну їх здатність, що найбільш характерно для ґрунтів з нейтральною і лужною реакцією середовища. Експериментальне визначення коефіцієнтів дифузії важких металів в чорноземах показало, що вони в 2-3 рази менші, ніж в дерново-підзолистих.

На основі цього можна зробити висновок, що чорноземи страждають від наслідків забруднення значно менше, ніж підзолисті піщані і супіщані ґрунти. Стійкість чорноземів Одеської області до важких металів зумовлює значно менші негативні наслідки, ніж на інших ґрунтах при подібній екологічній ситуації. Зокрема, в районах області з чорноземними ґрунтами значно менша ймовірність зниження урожаю і погіршення його якості під впливом важких металів, ніж на інших ґрунтах.

Однак накопичення важких металів в ґрунтах не є небезпечним тільки до певного рівня, поки рослина в змозі протидіяти їм. Подальше збільшення вмісту в ґрунті того чи іншого елемента надає різко негативний вплив на розвиток рослин, аж до летальних наслідків [4]. Одними із складових забруднення ґрунтів важкими металами є фосфорні добрива. В певних умовах іони важких металів, присутні в фосфорних добривах, мають велику рухомість в ґрунтах, переходять в рослини і накопичуються в них у значних кількостях.

Присутність фосфору в ґрунті в значній мірі визначає його родючість. Але застосування необґрунтовано високих норм фосфорних добрив спричиняє зниження коефіцієнтів використання фосфору, гальмує засвоєння мікроелементів, зумовлює швидке дозрівання рослин, що не рідко призводить до зниження врожаю сільськогосподарських культур. Негативним проявом високих норм фосфорних добрив

є вміст в них шкідливих домішок. Суперфосфат може містити, мг/кг: кадмію – 7,3–170, свинцю – 50–1430, міді – 4–100, нікелю – 7–32 й інші важкі метали. Нижні рівні важких металів в добривах можуть мати позитивну дію на розвиток рослин і нешкідливі для тварин і людей. Але верхні рівні можуть бути токсичними. На жаль, до нашого часу не встановлено контроль за забрудненням фосфорних добрив важкими металами [5].

Дослідження, проведені на південних чорноземах Північно-західного Причорномор'я, показали, що при внесенні дози в 45 кг діючої речовини фосфорних добрив на 1 га на фоні 1,9-2,2 мг на 100 г ґрунту склад свинцю і миш'яку в 1,5-2 рази менше ніж на фоні 5,5-6 мг на 100 г ґрунту. В зерні озимої пшениці і ячменю на фоні 1,9-2,2 мг на 100 г ґрунту вміст кадмію склав  $1,1 \cdot 10^{-2}$  –  $1,7 \cdot 10^{-2}$  мг/кг, що відповідає продукції, яка придатна для дієтичного і дитячого харчування. На фоні 5,5-6 мг на 100 г ґрунту вміст кадмію в зерні склав  $5,4 \cdot 10^{-2}$  –  $7,6 \cdot 10^{-2}$  мг/кг, що в 2-3 рази перевищує границі, допустимі для норм дієтичного харчування, але не перевищує ГДК медичних норм. Основна маса важких металів, які надходять в рослини, акумулюються в соломі вміст їх там в 2-10 разів більший, ніж в зерні [6].

**Результати дослідження та їх аналіз.** У відповідності з програмою агрохімічної паспортизації сільськогосподарських угідь визначено вміст важких металів, а також виконана оцінка ступеня забруднення ґрунтів важкими металами та їх вплив на урожайність сільськогосподарських культур Одеської області.

*Свинець* характеризується складною і багатофакторною схемою розподілу за площею. Розподіл свинцю близький до нормального закону, що проявляється в рівномірному його накопиченні. Забруднення свинцем проявляється у зміні фонових концентрацій, пов'язаних з імовірним перерозподілом елемента між компонентами ґрунтів. Вміст свинцю в ґрунтах сільськогосподарських угідь в Одеській області сягає 1,4 ГДК [7]. Розвиток концентрації цього екоотоксиканта в рослинах з висотою носить акропетальний характер. Вміст свинцю в зерні основних українських зернових культур варіює від 0,385 до 0,424 мг/кг сухої речовини в середньозволожені роки і від 0,449 до 0,588 мг/кг в сухі роки. За модельними даними вміст свинцю в озимій пшениці, залежно від забезпеченості опадами і зрошенням, коливається в діапазоні 0,295-0,582 мг/кг. Вважається, що іони свинцю швидко втрачають рухливість в ґрунті в результаті хімічних реакцій з утворенням важкорозчинних фосфатів, сульфатів, карбонатів, хроматів, молібдатів, гідроксидів, а також за рахунок поглинання органічними та мінеральними колоїдами. Вони міцніше, ніж інші катіони, зв'язуються гумусом. Відносно низька фітотоксичність свинцю пояснюється його малою рухливістю і наявністю в рослинах механізму інактивації елемента, що потрапляє в кореневу систему. У багатьох випадках збільшення вмісту свинцю в рослинах пов'язано не з поглинанням з ґрунту, а з адсорбцією з повітря.

Надлишок свинцю в рослинах, пов'язаний з високою його концентрацією в ґрунті, інгібує дихання і пригнічує процес фотосинтезу, іноді призводить до збільшення вмісту кадмію і зниження надходження цинку, кальцію, фосфору, сірки. Внаслідок цього знижується врожайність рослин і різко погіршується якість виробленої продукції [8].

*Кадмій* дуже токсичний, внаслідок забруднення ґрунтів він проникає в рослинний організм. У певних умовах іони кадмію, маючи велику рухливість в ґрунтах, легко переходять у рослини, накопичуються в них. Основним джерелом кадмієвого забруднення ґрунтів є внесення добрив (суперфосфат містить 720,2 мкг Cd в 100 г, фосфат калію 471 мкг, селітри до 66 мкг). Забруднення ґрунту Cd зберігається тривалий час і після того, як цей метал перестає надходити знову. До 70% кадмію, який потрапляє в ґрунт, зв'язується з ґрунтовими хімічними комплексами, доступними для засвоєння рослинами.

Кадмій, який надійшов в ґрунт, в основному присутній в ньому в рухливій формі, що має негативне екологічне значення. Рухлива форма зумовлює порівняно високу міграційну здатність елемента в ландшафті і призводить до підвищеного забруднення потоку речовин із ґрунту в рослини.

Токсичність кадмію для рослин проявляється в порушенні активності ферментів, гальмуванні фотосинтезу, порушенні транспірації, а також інгібуванні відновлення NO<sub>2</sub> до NO. Крім того, у метаболізмі рослин він є антагоністом ряду елементів живлення (Zn, Cu, Mn, Ni, Se, Ca, Mg, P). При токсичному впливі металу у рослин спостерігаються затримка росту, пошкодження кореневої системи і хлороз листя. Кадмій досить легко надходить з ґрунту та атмосфери в рослини. За вмістом свинцю в ґрунтах Одеської області (табл.3, рис.1) не встановлено ніякого закономірного зв'язку з географічним розміщенням районів, близькістю доріг чи рівнем засолення (осолонцювання). Те ж саме можна сказати і про рівень кадмію (табл.3, рис.2) [9].

Таблиця 3 – Результати агроекологічного обстеження ґрунтів Одеської області, 2000-2007рр. [9]

Райони	Роки обстежень	Pb	Cd	Mn	Zn	Cu	Co	Hg
		мг/кг						
Ананьївський	2003	8,9	0,11	26,4	0,29	4,7	6,1	0,0358
Арцизький	2007	9,5	0,11	45,2	0,69	8,3	6,6	0,0382
Балтський	2006	9,7	0,11	35,7	0,48	5,9	6,7	0,0631
Березівський	2003	8,8	0,12	31,8	0,48	5,0	5,8	0,0410
Білгород-Дністровський	2007	9,7	0,11	37,3	0,36	7,4	6,1	0,0465
Біляївський	2004	8,6	0,12	31,6	0,47	8,1	6,2	0,0385
Болградський	2004	9,4	0,12	46,6	0,43	9,1	4,7	0,0356
Великомихайлівський	2002	10,7	0,67	52,6	0,76			0,1173
Іванівський	2002	12,1	0,50	46,6	0,94			0,0935
Ізмаїльський	2006	10,5	0,12	47,2	0,78	9,8	5,9	0,0411
Кілійський	2000	13,3	0,46	86,8	1,13			0,1264
Кодимський	2003	12,7	0,20	41,9	0,61	6,4	8,1	0,0457
Комінтернівський	2005	10,1	0,11	57,9	0,52	6,0	6,2	0,0421
Котовський	2005	9,9	0,11	32,4	0,45	5,4	6,3	0,0514
Красноокнянський	2007	8,8	0,10	42,7	0,33	5,1	6,3	0,0339
Любашівський	2000	11,8	0,33	65,1	0,60			0,0814
Миколаївський	2006	9,7	0,11	31,4	0,39	5,1	6,6	0,0480
Овідіопольський	2000	12,2	0,60	71,7	0,83			0,1760
Ренійський	2001	12,1	0,57	75,8	1,01			0,1717
Роздільнянський	2005	9,3	0,11	47,7	0,49	7,8	6,1	0,0528
Савранський	2001	11,7	0,60	60,2	0,66			0,1844
Саратський	2002	11,2	0,38	66,6	0,74			0,0628
Тарутинський	2001	11,1	0,67	49,0	0,67			0,1289
Татарбунарський	2006	10,0	0,11	56,8	0,69	7,8	6,8	0,0515
Фрунзівський	2002	10,7	0,32	39,6	0,65			0,0332
Ширяєвський	2004	9,0	0,11	42,1	0,40	4,6	5,6	0,0470
<b>По області</b>		<b>10,2</b>	<b>0,24</b>	<b>47,1</b>	<b>0,59</b>	<b>4,5</b>	<b>4,2</b>	<b>0,0634</b>
<b>ГДК</b>		<b>30,0</b>	<b>3,00</b>	<b>50,0</b>	<b>1,50</b>	<b>3,0</b>	<b>5,0</b>	<b>2,1</b>

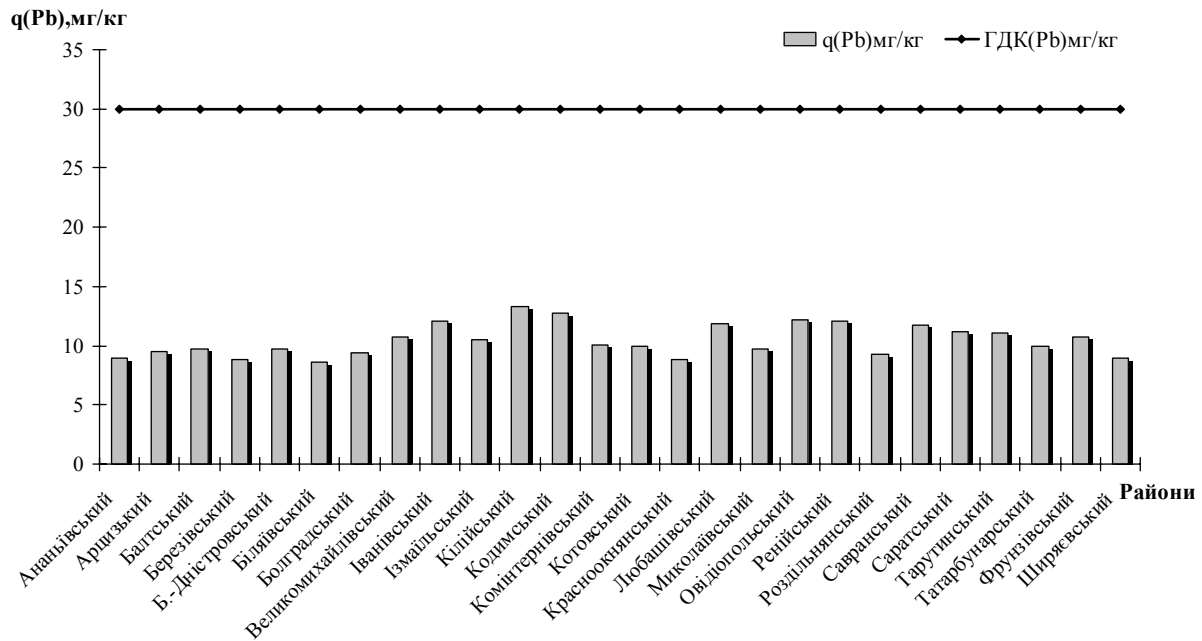


Рис. 1 – Динаміка вмісту Pb в ґрунтах Одеської області по районах.

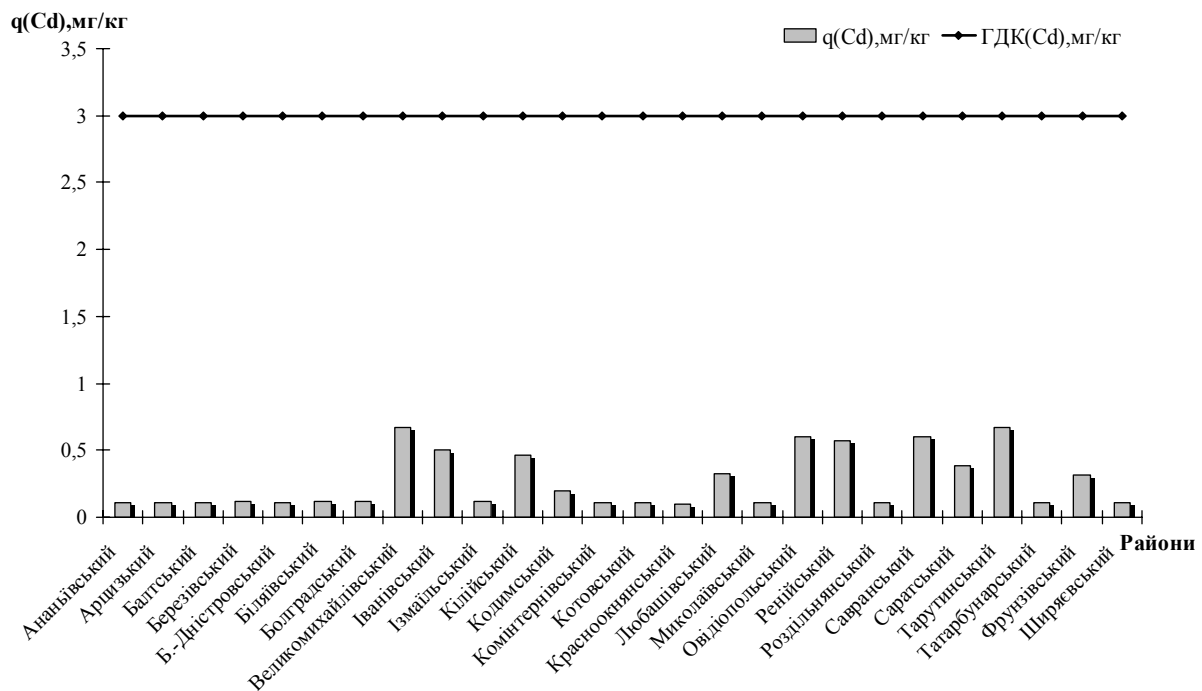


Рис. 2 – Динаміка вмісту Cd в ґрунтах Одеської області по районах.

Також можна відзначити, що підвищеному рівню Cd в ґрунті відповідає і підвищений рівень Pb. При вмісті Cd від 0,20 в Кодимському районі до 0,67 мг/кг у Великомихайлівському та Тарутинському районах вміст Pb, як правило, вище 11 мг/кг. В інших районах він не більше 10 мг/кг. Найбільший вміст Pb в ґрунтах Кодимського району – 12,7, найменший – в Березівському та Красноокнянському – по 8,8 мг/кг, також розміщених в північній частині Одеської області. Середній вміст Pb по області складає 10,2, а Cd – 0,24 мг/кг. Якщо варіювання вмісту Pb по області становить близько 23%, то для Cd цей показник наближається до 180% від середнього по області [9].

Ртуть потрапляє у ґрунт з пестицидами та промисловими відходами. Сумарні неконтрольовані викиди ртуті становлять 4-5 тис т щороку.

Ртуть присутня у ґрунті з двох причин. По-перше, існують природні джерела надходження ртуті в ґрунт. Наприклад, ртуть надходить у ґрунт в результаті процесів вивітрювання при руйнуванні кристалічної решітки мінералів гірських порід. По-друге, за рахунок надходження ртуті з атмосфери [6].

В Одеській області вміст ртуті варіює по районах приблизно так само, як і вміст Рв. Найбільше значення спостерігається в Овідіопольському і Ренійському районах (табл. 3, рис. 3) – 0,176 і 0,1717 мг/кг відповідно, при середньому рівні по області – 0,0634 мг/кг, таким чином перевершуючи середній показник майже у 3 рази [9].

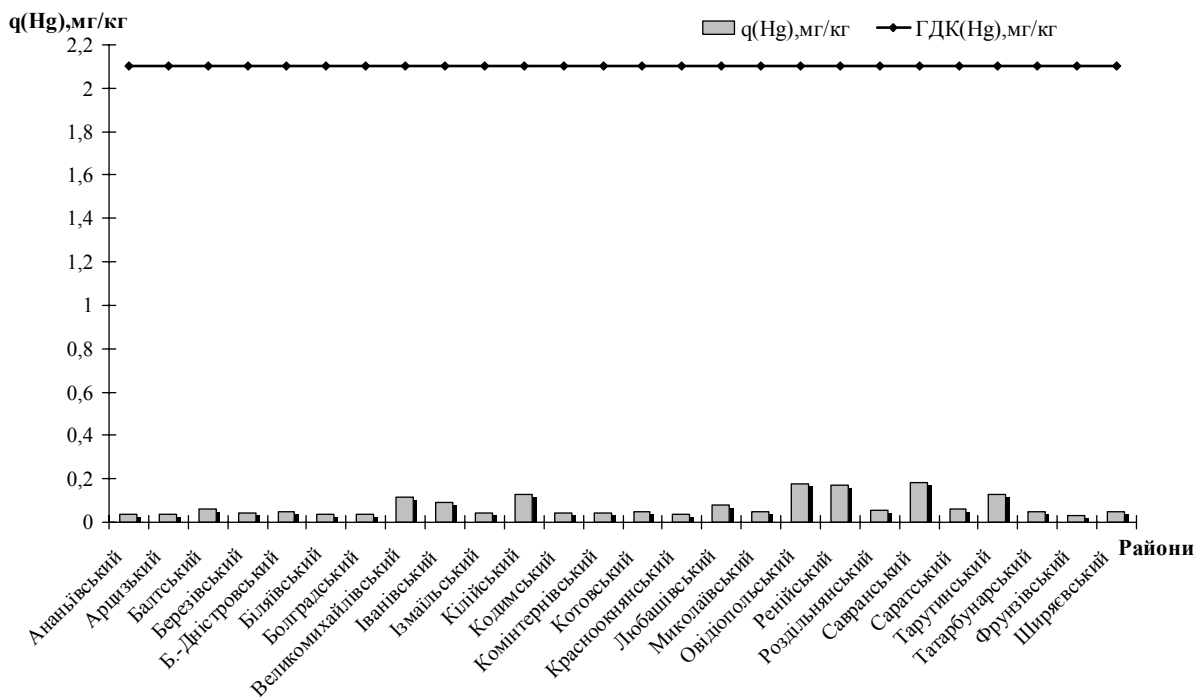


Рис. 3 – Динаміка вмісту Hg в ґрунтах Одеської області по районах.

Мідь – один із найважливіших незамінних елементів, необхідних для живих організмів. У рослинах вона бере активну участь у процесах фотосинтезу, дихання, відновлення і фіксації азоту. Дані щодо токсичності елемента для рослин нечисленні. В даний час основною проблемою вважається нестача міді в ґрунтах або її дисбаланс з кобальтом. Основні ознаки дефіциту міді для рослин – уповільнення, а потім і зупинка у формуванні репродуктивних органів, поява пустих зерен в колосках, зниження стійкості до несприятливих факторів зовнішнього середовища. Найбільш чутливі до її нестачі пшениця, овес, ячмінь, люцерна, столовий буряк, цибуля та соняшник.

На території Одеської області спостерігається значне перевищення ГДК міді в середньому у 2,2 разів, а це призводить до уповільнення росту рослин та зниження врожайності (табл. 3, рис. 4).

Надлишок цинку в рослинах виникає в зонах промислового забруднення ґрунтів, а також при неправильному застосуванні добрив, які містять цинк. Більшість видів рослин мають високу толерантність до його надлишку в ґрунтах. Однак при дуже високому вмісті цього металу в ґрунтах звичайним симптомом цинкового токсикозу є хлороз молодого листя. При надмірному його надходженні в рослини і виникаючому

при цьому антагонізмі з іншими елементами знижується засвоєння міді та заліза і проявляються симптоми їх недостатності [1].

В Одеській області найбільше значення вмісту цинку спостерігається в Кілійському і Ренійському районах (табл. 3, рис. 5) – 1,13 і 1,01 мг/кг відповідно, при середньому рівні по області – 0,61 мг/кг, таким чином перевершуючи середній показник майже у 2 рази [9].

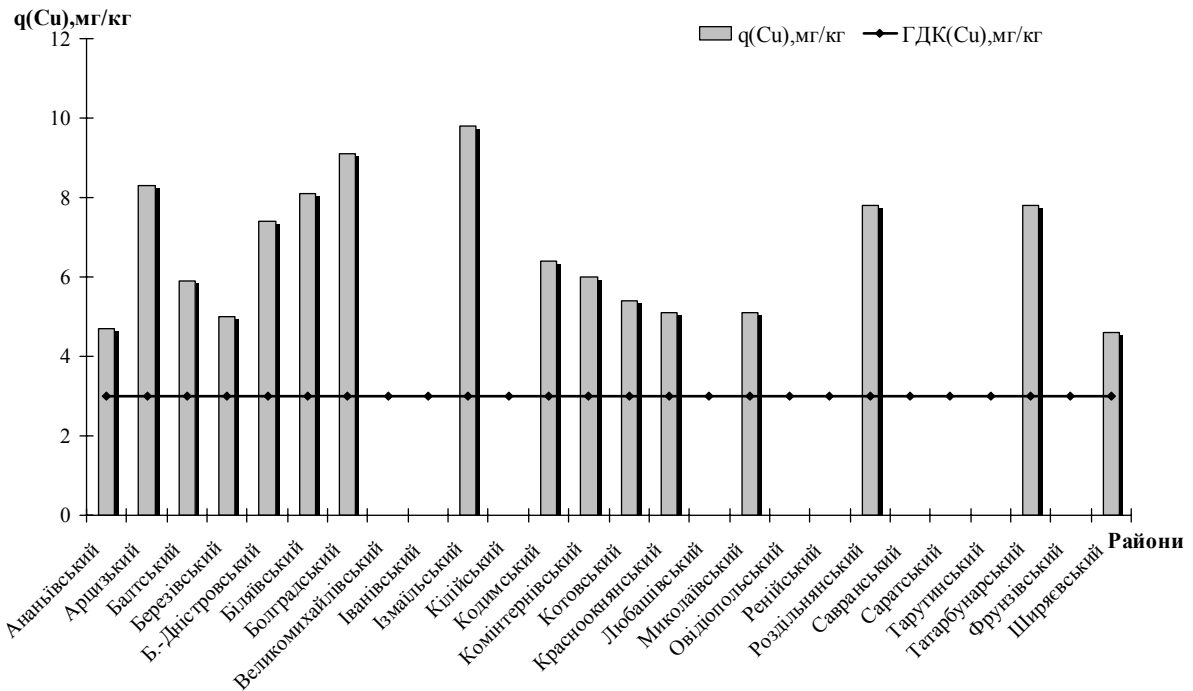


Рис. 4 – Динаміка вмісту Cu в ґрунтах Одеської області по районах.

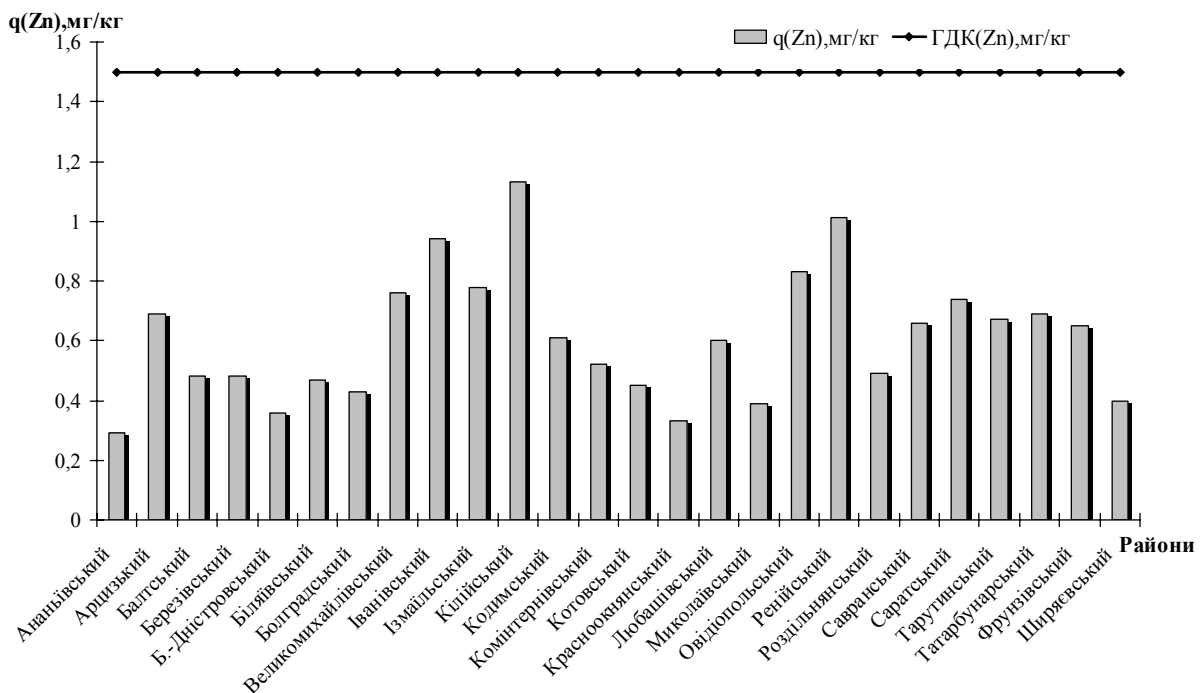


Рис. 5 – Динаміка вмісту Zn в ґрунтах Одеської області по районах.



Техногенне надходження в довкілля міді і цинку щорічно становить 35 та 27 кг/км<sup>2</sup> відповідно. Підвищений вміст цих металів у ґрунтах спричиняє уповільнення росту рослин та зниження врожайності.

Марганець знаходиться в ґрунтах в середній кількості 0,085%. Однак в окремих випадках при високому загальному вмісті марганцю в ґрунтах, кількість засвоєваних його форм, які переходять в солянокислу або солону форму, може бути явно недостатньою. У середньому розчинна частина Mn в ґрунті становить приблизно 10% від загального його змісту.

Рухливість марганцю в орному шарі ґрунту також визначається буферністю ґрунтів по відношенню до кислот, що залежить від суми обмінних основ у них (переважно Ca і Mg).

При високій буферності ґрунтів рухливість Mn зменшується. При низькій буферній ємності ґрунтів рухливість марганцю вище. Цей важкий метал мобілізує фосфорну кислоту ґрунту [1, 5].

На території Одеської області спостерігається перевищення значень концентрацій Mn. Максимальне значення зафіксоване у Кілійському та Ренійському районах (табл. 3, рис. 6) – 86,8 і 75,8 мг/кг відповідно. Також високий рівень виявлено і у Великомихайлівському, Кілійському, Комінтернівському, Любашівському, Овідіопольському, Ренійському, Савранському, Саратському і Татарбунарському районах.

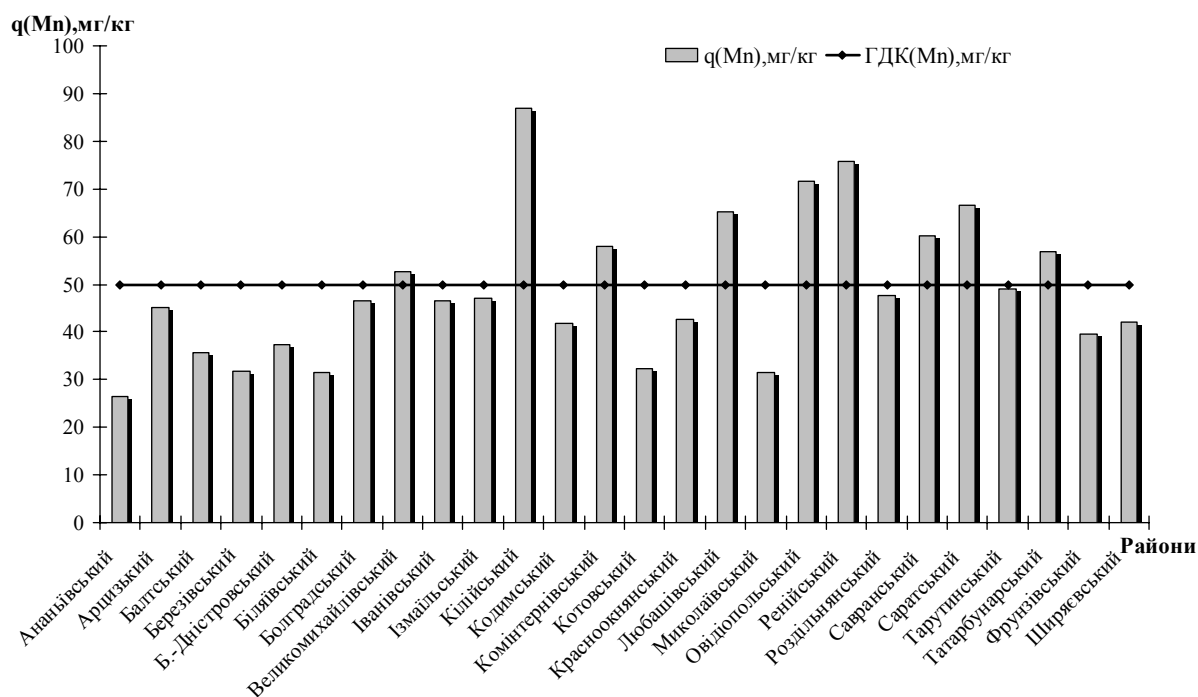


Рис. 6 – Динаміка вмісту Mn в ґрунтах Одеської області по районах.

Відношення Mn і Zn на території Одеської області не має чітко закономірного характеру (табл. 3, рис. 4, 5). Ці елементи розподілені по області незалежно один від одного. Можна відзначити, що варіювання вмісту у ґрунті Mn частково повторює Pb, а Zn відповідно Cd. По області має місце більший вміст Zn, ніж Cd, - 96% проти 45% відповідно [9].

Кобальт в біосфері переважно розсіюється, однак на ділянках, де є рослини-концентратори кобальту, утворюються кобальтові родовища. Будучи слабким водним мігрантом, він легко переходить в опади, адсорбуючись гідроокисами марганцю, глинами та іншими високодисперсними мінералами. Вміст кобальту в ґрунтах визначає кількість цього елемента в складі рослин даної місцевості [3].

Концентрація кобальту перевищує значення ГДК майже на всій території Одеської області в середньому у 1,2 разів; а у Кодимському районі майже у 2 рази (табл. 3, рис. 7).

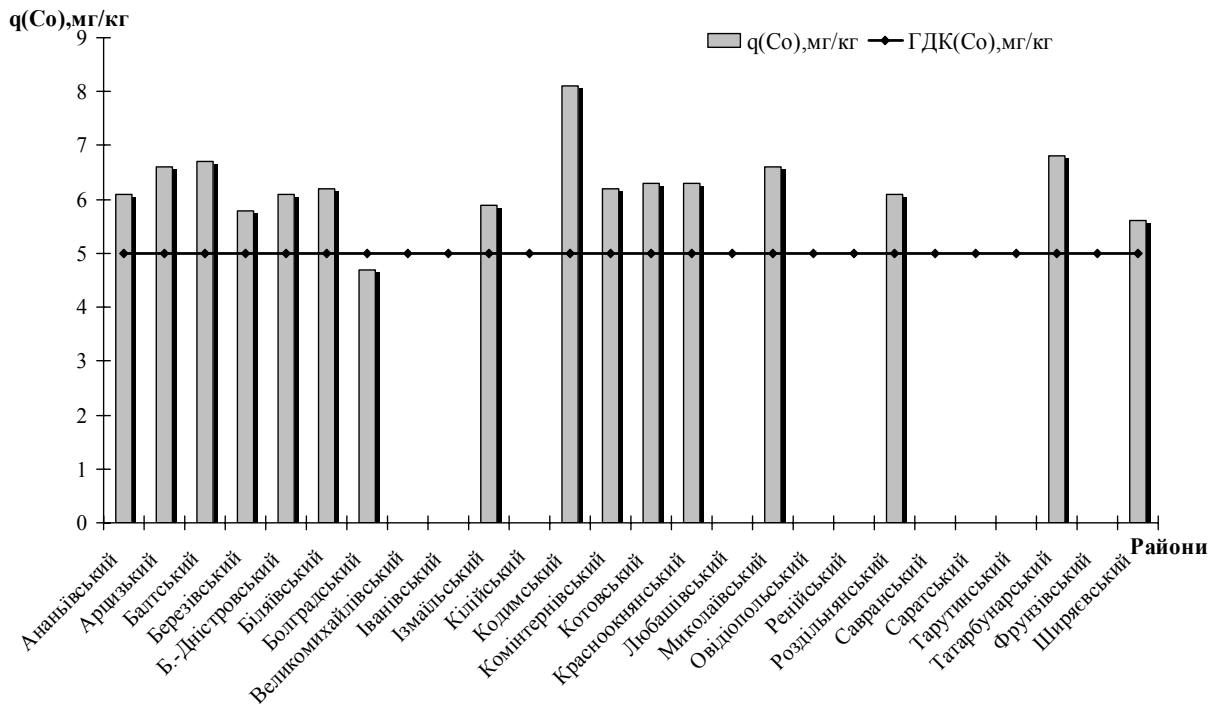


Рис. 7 – Динаміка вмісту Co в ґрунтах Одеської області по районах.

**Висновки.** Агроекологічний моніторинг ґрунтів сільськогосподарських угідь дає об'єктивну картину забруднення важкими металами.

Збільшення вмісту важких металів в ґрунті призводить до збільшення їх концентрації в рослинах. Надлишкове надходження важких металів у рослини впливає на величину і якість урожаю.

Виявлення вмісту в рослинах важких металів є найбільш об'єктивним методом виявлення придатності техногенно забруднених ґрунтів для сільськогосподарського використання.

Вміст важких металів, таких як свинець, кадмій, цинк та ртуть, і щільність забруднення ними ґрунтів Одеської області знаходяться в межах допустимих норм. Перевищення гранично допустимої концентрації міді, кобальту і марганцю спостерігається в деяких районах області.

В даний час проблемою території Одеської області є підвищений вміст міді, марганцю та кобальту в ґрунтах. Тому що це призводить до уповільнення росту рослин та зниження врожайності.

### Список літератури

1. Кисель В.И., Жеребная Л.А. Влияние минеральных удобрений на накопление тяжелых металлов в растениеводческой продукции // Вісник аграрної науки. – 2001. – №2. – С.55-57.
2. Гаврилова И.П., Богданова М.Д., Сомонова О.А. Опыты площадной оценки степени загрязнения почв России тяжелыми металлами // Почвоведение. – 1995. – №1. – С.48-53.
3. *Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур* / Под ред. В.В. Медведева. – Киев: Аграрная наука, 1997. – 160с.
4. *Медведев В.В. Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур.* – Харьков: Антиква, 1991. – 160с.
5. *Кравчук Ю.И. Содержание тяжелых металлов в почве и продукции озимых культур при внесении фосфорных удобрений* // Тезисы докладов II Республиканской научно-практической конференции. Часть II. – 1992. – С. 50-51.
6. *Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні у 1997 р.* – К.: Видавництво Раєвського, 1998.
7. *Полевой А.Н., Хохленко Т.Н. Моделирование влияния агрометеорологических условий на формирование количества, качества и экологической чистоты урожая орошаемых сельскохозяйственных культур* // Метеорология и гидрология. – 1993. – №12. – С.72-81.
8. *Сучков И.А., Пунько В.П., Кравчук А.О. и др. Эколого-геохимические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами* // Метеорология, климатология и гидрология. – 1999. – №37. – С.54-63.
9. *Кулиджанов Г.В. Экологическое состояние почвенного покрова Одесской области* // Агроэкологічний журнал. – 2010. – №4. – С.60-64.

**Оценка уровня загрязнения почв тяжелыми металлами и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур в Северо-Западном Причерноморье. Флория Л.В.**

*Приведены результаты агроэкологической оценки почв Одесской области по районам за 2000-2007 гг и уровня загрязнения тяжелыми металлами, а также их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур (озимая пшеница, яровой ячмень и кукуруза). Представлены ПДК тяжелых металлов в почвах и допустимое содержание по показателю вредности.*

**Ключевые слова:** *загрязнение, тяжелые металлы, ПДК, урожайность, допустимое содержание, показатель вредности.*

**Estimation of the Level of Soil Pollution with Heavy Metals and Their Influence on Crop Productivity in North-Western Black Sea Region. Floria L.V.**

*Results of agroecological estimation of soils in the Odesa province by districts for 2000-2007 and the level of heavy metal pollution, as well as their influence on crop productivity (winter wheat, spring barley and maize) are given. Maximum permissible concentrations of heavy metals in soils and their possible content by the hazard index are presented.*

**Keywords:** *pollution, heavy metals, maximum permissible concentration, productivity, possible content, hazard index.*