

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА
Факультет гідрометеорології і екології
Кафедра екології та охорони довкілля

Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

**Оцінка забруднення ґрунтів Дніпропетровської
області**

**ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION IN THE DNIPROPETROVSK
OBLAST**

Виконав: здобувач денної форми навчання
спеціальності 101-Екологія
Освітньо-професійна програма Екологія,
охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування

Аббасов Амін
(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к.геогр.н., доц., Ільїна В.Г.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рецензент к.геогр.н., ст.викл. Костюкевич Т.К.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
екології та охорони довкілля
№ 10 від 5.06. 2026 р.

Завідувач кафедри
Ангеліна ЧУГАЙ
(підпис) (прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № ____
протокол № __ від ____ . ____ .20__ р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/
бали)

Голова ЕК

(підпис)

Олена НІКІПЕЛОВА
(прізвище, ім'я)

Одеса 2026

АНОТАЦІЯ

Аббасов Амін. Оцінка забруднення ґрунтів Дніпропетровської області.

Актуальність теми. Ґрунти Дніпропетровської області недостатньо забезпечені гумусом, тому для отримання високих та стійких врожаїв цих культур необхідно застосування сучасних методів агрохімічної обробки, яка передбачає внесення хімічних заходів захисту рослин, мінеральних добрив. Основними забруднювальними елементами, які входять до складу добрив є важкі метали. За допомогою наукових методів виконано оцінку сучасного рівня забруднення ґрунтів Дніпропетровської області важкими металами.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є виконати оцінку забруднення ґрунтів Дніпропетровської області важкими металами. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: дати загальну фізико – географічну характеристику території дослідження; розглянути особливості формування рівня забруднення ґрунтів Дніпропетровської області; надати оцінку забруднення ґрунтів з урахуванням їх сучасного стану.

Об'єктом дослідження є ґрунти Дніпропетровської області.

Предметом дослідження є рівень забруднення ґрунтів Дніпропетровської області.

Матеріали і методи дослідження. Методологічною основою роботи є сучасні методи оцінки стану ґрунтів. При виконанні бакалаврської кваліфікаційної роботи були використані опубліковані і фондові матеріали.

Результати дослідження. Визначено основні характеристики, які впливають на стан ґрунтів сільськогосподарських територій, встановлені їх основні екотоксикологічні характеристики; визначено сучасний еколого - агрохімічний стан ґрунтів Дніпропетровської області з урахуванням рівня вмісту важких металів .

Структура та обсяг роботи. Складається із вступу, трьох розділів , висновків, списку використаних літературних джерел (20). Загальний обсяг роботи складає 40 сторінок. Робота містить 9 рисунків, 8 таблиць.

Ключові слова: рівень забруднення, важкі метали, еколого – агрохімічна оцінка, Дніпропетровська область.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	6
2 МЕТОДИ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ	11
2.1 Оцінка ступеня забруднення ґрунтів важкими металами.....	11
2.2 Поглинення важких металів ґрунтом та рослинами.....	15
3 АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТОВО – РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	18
3.1 Аналіз сучасного стану забруднення ґрунтів Дніпропетровської області важкими металами.....	18
3.2 Оцінка стану забруднення ґрунтово – рослинного покриву Дніпропетровської області важкими металами.....	25
3.3 Оцінка стану забруднення ґрунтів Дніпропетровської області під впливом сільськогосподарського виробництва	29
ВИСНОВКИ.....	34
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	39

ВСТУП

Земля – основний засіб сільськогосподарського виробництва, джерело продуктів харчування людей. Такою залишиться вона і в прогнозованому майбутньому. Водночас земля є і просторовим базисом життя людей з містами, селами, фабриками, заводами, мережею доріг та іншими життєво необхідними комунікаціями.

Ґрунти Дніпропетровської області недостатньо забезпечені гумусом, тому для отримання високих та стійких врожаїв цих культур необхідно застосування сучасних методів агрохімічної обробки, яка передбачає внесення хімічних заходів захисту рослин, мінеральних добрив. Основними забруднювальними елементами, які входять до складу добрив є важкі метали. За допомогою наукових методів виконано оцінку сучасного рівня забруднення ґрунтів Дніпропетровської області важкими металами.

Дніпропетровська область є однією з найбільш навантажених як за рахунок промислового, так і сільськогосподарського виробництва. Тема роботи, з точки зору екологічної безпеки, у теперішній час є достатньо актуальною.

Метою роботи є виконати оцінку забруднення ґрунтів Дніпропетровської області важкими металами. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: дати загальну фізико – географічну характеристику території дослідження; розглянути особливості формування рівня забруднення ґрунтів Дніпропетровської області; надати оцінку забруднення ґрунтів з урахуванням їх сучасного стану.

Об'єктом дослідження є ґрунти Дніпропетровської області. Предметом дослідження є рівень забруднення ґрунтів Дніпропетровської області. Методологічною основою роботи є сучасні методи оцінки стану ґрунтів. При виконанні бакалаврської кваліфікаційної роботи були використані опубліковані і фондові матеріали.

Результати дослідження. Визначено основні характеристики, які впливають на стан ґрунтів сільськогосподарських територій, встановлені їх основні екотоксикологічні характеристики; визначено сучасний еколого - агрохімічний стан ґрунтів Дніпропетровської області з урахуванням рівня вмісту важких металів .

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Дніпропетровська область є однією з найбільш розвинених в економічному відношенні областей України (40% від її загальної території знаходиться під промисловим використанням). В цілому, досліджувана область займає одне з перших місць в Україні по забрудненню водного та повітряного басейну, деградації природного середовища, загальному антропогенному навантаженню.

Більш 80 % загальної площі Дніпропетровської області займають чорноземи різних типів.

Ґрунти відіграють важливу роль в накопиченні різних видів забруднювальних елементів, вони мають властивість поглинати радіонукліди, адсорбуючи на собі основну частину випромінювань і, частково, виводять їх із біологічного кругообігу. Ступінь сорбції радіонуклідів донними осадами залежить від хімічного складу та розміру часток. Відомо, що мули накопичують значно більше радіонуклідів, ніж піски. В доаварійний період рівні вмісту цезію - 137 в мулах були в 2 – 2,5 рази вищі, ніж в пісках.

Наявність різноманітних форм рельєфу призвела до створення на них різноманітних видів ґрунтів. Ґрунти області здебільшого родючі, чорноземні, типу звичайних чорноземів, серед яких зустрічаються і інші види. На Донецькому кряжі є глибокі чорноземи, які вміщують високий відсоток гумусу. Біля підніжжя і на схилах кряжу переважають щебневаті суглинки. На схилах кряжа розповсюджені неглибокі малогумусні змиті чорноземи, які утворились на продуктах вивітрювання піщаників і сланців; в них значна кількість домішок щебеню.

На льосовидних породах утворились тучні чорноземи. У заплавах річок та балок – лугові та лугово-болотні, переважно з засоленими ґрунтами.

Також зустрічаються, дерново-глейові, алювіальні солонцюваті та супіщані ґрунти, що відзначаються високою родючістю. Але вони потребують правильного обробітку та високої агротехніки. Ґрунтам наносять шкоду непродумані меліорація та хімізація. Поширеними є ґрунтова ерозія й засолювання. Велике значення для підвищення врожайності за умов недостатнього зволоження має зрошення. Ґрунтові багатства використовуються нераціонально. Щорічно шахти викидають близько 10 млн. т породи, яку звалюють на родючих землях.

Чорноземи мають найхарактерніші морфологічні ознаки: потужний гумусний профіль (> 80 см), неглибоке залягання карбонатів (у верхньому перехідному горизонті або в його нижній частині), Е-I перерозподіл відсутній, CaCO_3 у вигляді псевдоміцелію або трубочок.

За гранулометричним складом чорноземи переважно суглинкові, у більшості підтипів відсутні помітні зміни мулистої фракції за профілем, лише в опідзолених існує невеликий її перерозподіл. Хімічний склад чорноземів характеризується рівномірним розподілом 5IO_2 за профілем, за винятком опідзолених.

Гумусу в чорноземах багато – до 12%, гумусовий профіль прогресивно-аккумулятивний, склад гумусу гуматний, гумусові кислоти висококонденсовані, переважають їх фракції, пов'язані з Са, майже цілком відсутні вільні фульвокислоти. Максимальний вміст гумусу в чорноземах типових, на північ та на південь від зони їх розповсюдження кількість гумусу зменшується (таблиця 1.1).

Фізико-хімічні властивості чорноземів відмінні. Ці ґрунти мають потужний ґрунтово-поглинальний комплекс з великою ЄП (30-70 мг-екв), СНО коливається від 93 до 100%, ГПК майже повністю насичений Са та Mg, реакція середовища близька до нейтральної, нейтральна або слаболужна, висока буферність. Фізичні та водно-фізичні властивості чорноземів добрі, консистенція нещільна, висока вологоємність, добра водопроникність. Щільність твердої фази складає $2,4 \text{ г/см}^3$ у Н-горизонті й збільшується до $2,7$

г/см³ у материнській породі. Щільність ґрунту 1,0-1,6 г/см, пористість 55-60%.

Таблиця 1.1 - Порівняльна характеристика підтипів чорноземів

Підтипи чорноземів	Гумус %	pH	Склад ввібраних катіонів	ЄП, мг-екв/100 г ґрунту	Потужність Н+НР, см
Опідзолені	5-12	5,5-6,5	Са., Н Са,	30-45	30-70
Вилугувані	5-10	6,5-6,8	Ма,	40-50	40-80
Типові	7-12	6,8-7,0	Са, Мп	45-60	60-130

Важливим заходом є боротьба з водною (в лісостепу) та вітровою (в степу) ерозією, дотримання правильних сівозмін, насичених ґрунто-зберігаючими культурами; введення чистих парів, безполіцевого обробітку ґрунту. Хоча ґрунти добре забезпечені поживними речовинами, внесення мінеральних добрив - умова одержання високих урожаїв. Важливо вносити органічні добрива, щоб зберегти стабільну кількість гумусу, водно-фізичні властивості.

Важливі особливості опідзолених чорноземів – збагаченість гумусом, біогенна акумуляція в гумусовому профілі елементів (N,P,S та мікроелементи), однорідність складу мінеральної частини по профілю, ілювіальний характер розподілу карбонатів. В розподілі гумусу спостерігається поступове зменшення його вмісту з глибиною. Гумус чорноземів відрізняється складністю групи фульвокислот в порівнянні з підзолистими ґрунтами.

Збагаченість чорноземів гумусом, інтенсивна міграція біогенного кальцію визначають їх сприятливі фізико-хімічні властивості: чорноземи характеризуються високою ємністю поглинання, насиченістю поглинального комплексу основами, близькою до нейтральної реакцією верхніх горизонтів і високою буферністю.

Фізичні та водно-фізичні властивості чорноземних ґрунтів визначаються високим вмістом гумусу, потужністю гумусових горизонтів і доброю їх структурованістю (таблиця 1.2). Тому чорноземи характеризуються сприятливими фізичними і водно-фізичними властивостями: високою поглинаючою здатністю і доброю водопроникненістю.

Опідзолені і південні чорноземи відрізняються невеликим вмістом водостійких агрегатів. Щільність твердої фази чорноземів у верхніх горизонтах невисока ($2,4 - 2,5 \text{ г/см}^3$), що обумовлено збагаченістю верхньої частини профіля гумусом. В підгумусових горизонтах і в породі її частка зростає до $2,55 - 2,65$.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад і фізико-хімічні властивості чорноземів

Ґрунт	гумус %	N, %	SiO ₂	CaO	P ₂ O ₅	SO ₂	м-ек в.		гідролітична кислотність, м-ек в.	ступінь насичення основами, %	рН водяної суспензії
							Ca ²⁺	Mg ²⁺			
чорнозем опідзолен ий	6,7	0,35	76,4	3,73	0,11	0,28	32,8	7,0	7,0	85	6,0
важкосуг ли-нистий	3,5	0,20	76,0	4,54	0,11	0,16	25,6	5,1	5,3	85	6,1

Чорноземні ґрунти завдяки темній окрасці добре поглинають енергію сонця і тривалий час зберігають тепло. Врожай сільськогосподарських культур в чорноземній зоні визначається вмістом у ґрунті доступної для рослин вологи. Це зона недостатньої вологи.

Для отримання середніх врожаїв сільськогосподарських культур у метровому шарі ґрунту перед посівом повинно знаходитись доступної вологи не менше 1000т/га. На ораних чорноземних ґрунтах в порівнянні з

цілини можлива втрата води із – за зносу снігу і поверхневого стоку талих вод. В чорноземних ґрунтах валовий вміст поживних речовин дуже високий, що тісно пов'язано з загальними запасами гумусу і розподілом його по профілю. Особливо багато в цих ґрунтах азоту.

Поживний режим чорноземів тісно пов'язаний з умовами їх зволоження. Чорноземні ґрунти відрізняються високою нітріфікаційною здатністю і можуть накопичувати значні кількості нітратів. Пізньою осінню і ранньою весною в чорноземах відбувається вимивання нітратів з орного шару, тому весною озимі і ранні ярові культури можуть відчувати нестачу азоту. Аміачний азот добре поглинається ґрунтом, але іони кальцію ґрунтового розчину можуть витіснити його з поглинаючого комплексу, і у вологі роки він може частково переходити донизу по профілю. Переміщення фосфатів, добрив, які вносяться не спостерігається.

В чорноземах переважають малорухомі форми фосфатів, тому ці ґрунти добре реагують на фосфорнокислі добрива.

Органічні добрива позитивно діють на всі чорноземи, особливо на чорноземах легкого механічного складу. Систематичне використання фізіологічно кислих добрив (хлористий калій, аміачна селітра і ін.), постійне відчуження кальцію з врожаєм сільськогосподарських культур призводить до дефіциту кальція. Тому в лісостепних районах виникла необхідність у вапнуванні опідзолених чорноземів.

2 МЕТОДИ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ

2.1 Оцінка ступеня забруднення ґрунтів важкими металами

По ступеню небезпеки хімічні речовини, забруднюючі ґрунтовий покрив, підрозділяються на 3 класи: 1 – високо небезпечні, 2 – помірно небезпечні, 3 – мало небезпечні (таблиця 2.1).

При санітарно-гігієнічному нормуванні враховуються показники шкідливості: транслокаційний (K_1) – лімітуючий перехід нормуємої забруднюючої речовини в рослині; міграційний водний (K_2) – лімітуючий перехід нормуємої забруднюючої речовини в водне середовище; загальносанітарний (K_3) – оцінюючий властивість ґрунтів до самоочищення і ґрунтовий мікробіоценоз (таблиця 2.2).

На основі цих показників розроблені чотири критерії ступеня забруднення ґрунтів і вод органічними і неорганічними речовинами: слабкий, середній, сильний і дуже сильний (таблиця 2.3).

В районах сільськогосподарської діяльності і гідромеліоративного освоєння земель забруднення ґрунтів і інших компонентів геологічного середовища зв'язано, насамперед, з внесенням добрив, обробкою культурних рослин пестицидами (таблиця 2.4).

Нормування забруднення ґрунтів з розробкою науково обґрунтованих ГДК – достатньо важка задача, не вирішена до цих пір.

З таблиці видно, що при оцінці критеріїв небезпеки хімічних речовин у ґрунті, використовуються найбільш важливі для ґрунтово – рослинного покриву характеристики, такі як, токсичність, яка характеризує пошкодження 50 відсотків біоти в результаті впливу важкого металу. Цей показник займає перше місце у списку показників, тому що є найбільш показовим як для рослинного, так і для інших складових екосистеми в цілому.

Таблиця 2.1 – Критерії класів небезпеки хімічних речовин в ґрунтах

Показники	Норма для класів небезпеки		
	1-го класу	2-го класу	3-го класу
1. Токсичність, ЛД ₅₀ , мг/кг	<200	200 – 1000	>1000
2. Персистентність в ґрунті, міс.	>12	6 – 12	<6
3. ГДК в ґрунті, мг/кг	<0,2	0,2 – 0,5	>0,5
4. Міграція	мігрують	слабко мігрують	не мігрують
5. Персистентність в рослинах, міс.	>3	1 – 3	<1
6. Вплив на харчову цінність продукції	сильний	помірний	не спостерігається

Наступний показник- персистентність. Він характеризує можливість утримуватися в одному стані на протязі тривалого часу, під впливом різних факторів. Тому він виражається у тривалості на протязі місяців. Згідно з цим показником, чим менший проміжок часу, тим гірше стан біоти. Хімічні елементи мають різну ступінь міграції у середовищі. Вона визначається як характеристиками самої рослини, так і характеристиками навколишнього середовища. Цей показник дуже важливий для розуміння умов поглинання і трансформації хімічних елементів у екосистемах. Тут наведена не кількісна характеристика, а якісна, яка також є дуже важливою для розуміння процесів міграції хімічних речовин у навколишньому середовищі.

Ще одним важливим показником є персистентність у рослинах. Він в значній мірі залежить як від характеристик ґрунтового покриву, так і від біологічних особливостей самих рослин. В таблиці наведено оцінку для умовної рослини, але якщо підходити до цього показника більш детально, необхідно урахувати індивідуальні особливості рослинного покриву, відношення до температури ґрунті та повітря, потреби рослин у вологості, відношення до освітленості. Всі ці характеристики є дуже важливими для основного процесу у рослині – фотосинтезу, який визначається кількістю сонячної радіації, кількістю вуглецю, вологою і т.д. Від інтенсивності

фотосинтезу залежить накопичення органічної речовини у рослинах, а тому кількість та якість врожаю.

Останнім показником у таблиці є показник впливу на харчову цінність продукції. Він оцінюється якісними показниками.

Таблиця 2.2 – ГДК окремих важких металів в ґрунтах і допустимий вміст по показнику шкідливості

Елемент	Клас небезпеки	ГДК, мг/кг ґрунту з урахуванням фону	Показник шкідливості		
			K ₁	K ₂	K ₃
Zn	1	23,0	23,0	200,0	37,0
Cu	2	3,0	3,5	72,0	3,0
Ni	2	4,0	6,7	14,0	4,0
Pb	1	30,0	35,0	260,0	30,0
Hg	1	2,1	2,1	33,0	5,0
Pb + Hg	1	20,0+1,0	20,0+1,0	30,0+2,0	50,0+2,0

Аналізуючи таблицю 2.2, в якій наведені найбільш токсичні важкі метали, можна зробити висновок, що всі вони відносяться або до першої, або до другої групи небезпеки, тому преставляють досить велику проблему, з точки зору впливу на ґрунтово – рослинний покрив, а тому і на якість сільськогосподарської продукції, яка на цих ґрунтах вирощується. Крім того, важливими залишаються значення гранично допустимих концентрацій для цих елементів, які також наведені у другому стовпчику таблиці. Вони приведені для умовного типу ґрунту, тому для конкретного типу або підтипу ґрунту потребують уточнення, з урахуванням основних характеристик ґрунту, до яких належать наступні: вміст органічної речовини у ґрунті, механічний склад ґрунту, наявність глинистих фракцій у ґрунті, волого проникність, вологоємність, та інші важливі характеристики. В останній частині таблиці приведені три показника K₁, K₂ та K₃. Вони характеризують перехід забруднювальних елементів з ґрунту в інші середовища. Ці процеси визначають перехід у рослини (що впливає на якісні та кількісні

характеристики продуктів харчування, які залежать безпосередньо від сільськогосподарських рослин, які вирощуються на цих ґрунтах), у водне середовище (що у подальшому впливає на якість води у водному об'єкті, куди потрапляють забруднювальні елементи, що призводить до процесів евтрофування водного об'єкту, або цвітіння, що погіршує його якість).

Таблиця 2.3 – Критерії оцінки ступеня забруднення ґрунтів

Вміст в ґрунті, мг/кг	Клас небезпеки		
	1	2	3
$>K_{\max}$	дуже сильно забруднена	дуже сильно забруднена	сильно забруднена
$1ГДК - K_{\max}$	дуже сильно забруднена	сильно забруднена	середнє забруднена
2 фона – ГДК	слабко забруднена	слабко забруднена	Слабко забруднена

Питання визначення та встановлення ГДК для ґрунтів є дуже трудомістким та займає багато часу, матеріальних і наукових ресурсів. Тому, деколи, використовують максимально можливі концентрації, або фонові концентрації. При цьому, також, ураховується клас небезпеки елементів. При цьому, пропонуються три основні градації вмісту забруднювальних елементів. Ці критерії преставляють якісну оцінку, але вона також ураховується для виконання наукових досліджень, з точки зору оцінки ступеня забруднення ґрунтів.

Дніпропетровська область, як відомо, належить до найбільш напружених і навантажених областей України. На цій території зосереджена велика кількість підприємств, різної направленості, які є основним джерелом забруднювальних елементів для всіх складових навколишнього середовища, особливо для ґрунтового покриття.

Таблиця 2.4 – Сільськогосподарські джерела забруднення ґрунтів важкими металами, стосовно Дніпропетровської області

Елемент	Надходження важких металів, мг/кг сухого ґрунту				
	Фосфорні добрива	Вапнування	Азотні добрива	Органічні добрива	Пестициди
Cd	2-100	0,04-0,1	0,5-8,0	0,3-0,8	-
Cu	20-150	10-100	1-15	2-50	15-50
Hg	0,1-1,0	0,05	0,5-2,0	0,1-0,2	1-40
Ni	10-30	10-20	10-30	10-30	-
Pb	10-100	50-300	10-20	-	15-50
Zn	100-400	10-300	10-40	-	5-20

Забруднювальні елементи потрапляють у ґрунтовий покрив різними шляхами, основними з яких є осідання з атмосферного повітря після викидів промислових підприємств Дніпропетровщини. Другим основним джерелом забруднення ґрунтово – рослинного покриву Дніпропетровської області є сільськогосподарське виробництво, яке передбачає використання хімічних засобів при вирощуванні сільськогосподарських рослин, до складу яких належить велика кількість забруднювальних елементів, у тому числі важких металів.

2.2 Поглинання важких металів ґрунтом та рослинами

Накопичення важких металів рослиною розглядається в залежності від утримання рухомих форм важких металів у ґрунті. Швидкість надходження важких металів у рослину описується формулою:

$$\frac{\Delta A_q^{\text{погл(о)}}}{\Delta t} = \frac{86,4 \alpha_q^{\text{погл}} \overline{A_q^{\text{почв}}} m_r^j}{a_r} \quad (2.1)$$

де $\frac{\Delta A_q^{\text{погл}}}{\Delta t}$ – швидкість поглинання рухомих форм важких металів g-го виду важких металів корінням рослини($\text{мгм}^{-2}\text{доб}^{-1}$), яка залежить від характеристик ґрунтово – рослинного покриву; $\alpha_q^{\text{погл}}$ – поглинальна здібність кореню(мс^{-1}), яка залежить від типу кореневої системи рослин; $\bar{A}_q^{\text{почв}}$ – концентрація рухомих форм g-го виду важких металів у ґрунті(мг кг^{-1}), яка визначається при моніторингу ґрунтового покриву; a_r – радіус кореню(см), який також залежить від типу кореневої системи рослин ; q – вид важкого металу.

У зв'язку з можливим підвищенням рівню антропогенного забруднення ґрунту та рослин важкими металами врахуємо їх фітотоксичний вплив за допомогою коефіцієнту фітотоксичності $K_{\text{вм}}$, визначеного за принципом Лібіха з великої кількості коефіцієнтів фітотоксичності кожного виду важких металів

$$K_{\text{м.М}}^j = \min \{K_q^j\}, q \in \text{Cd, Cu, Hg, Pb, Sr, Zn} \quad (2.2)$$

кожний з яких визначається з виразу:

$$K_q^{\text{крj}} = 1 - \left(\frac{\mu A_q}{A_q^{\text{кр2}} - A_q^{\text{кр1}}} \right) \cdot A_q^{\text{рос(j)}} \quad (2.3)$$

де μA_q - зниження продуктивності рослин в інтервалі критичних величин концентрації важких металів у рослині $A_q^{\text{лз1}}$ і $A_q^{\text{лз2}}$ (мг кг^{-1}) [13].

Наведена вище методика дозволяє зробити оцінку впливу важких металів на ґрунтово – рослинний покрив використовуючи основні характеристики ґрунтів та особливості сільськогосподарських рослин з

урахуванням біологічних характеристик та реакції на рівень забруднення ґрунтів.

ЗАНАЛІЗ ТА ОЦІНКА СТАНУ ГРУНТОВО-РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

3.1 Аналіз сучасного стану забруднення ґрунтів Дніпропетровської області важкими металами.

Господарська діяльність людини, особливо інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, наводить до забруднення довкілля. Зростання вживання добрив може давати побічний негативний результат, пов'язаний із збільшенням вмісту в ґрунті важких металів.

Важкі метали є основними забруднювальними елементами ґрунтового покриву Дніпропетровщини. Вони складають біля 60% загального рівня забруднення ґрунтів. На другому місці, з точки зору забруднення ґрунтів, виступають пестициди, радіонукліди, нітрати, нітрити та ін.

Для оцінки забруднення ґрунтів Дніпропетровської області була використана інформація про вміст найбільш токсичних важких металів як для екосистеми в цілому, так і для ґрунтового покриву, якими є цинк, нікель, мідь, свинець та кадмій. При цьому, проаналізовано досить великий період спостереження, а саме період з 2015 по 2022 роки.

Деяка інформація використана також після цього періода, але вона є не повною, тому не була урахована при аналізі та оцінці. На рисунку 3.1. наведено осереднені данні про вміст рухомих форм важких металів в чорноземах звичайних за період з 2015 по 2022 роки в ґрунтах Дніпропетровської області.

Аналізуючі отримані показники, можна зробити основні висновки стосовно рівня забруднення ґрунтів Дніпропетровської області важкими металами. З графіка видно, що по абсолютним значенням найбільші концентрації отримані для таких елементів як, цинк та нікель, найменші для кадмія. Але, ураховуючи гранично допустимі концентрації цих елементів,

можна говорити про допустимий рівень забруднення ґрунтів на цій території за досліджуваний проміжок часу, які практично по всіх показниках не перевищують зазначений допустимий рівень забруднення, окрім такого елемента як мідь.

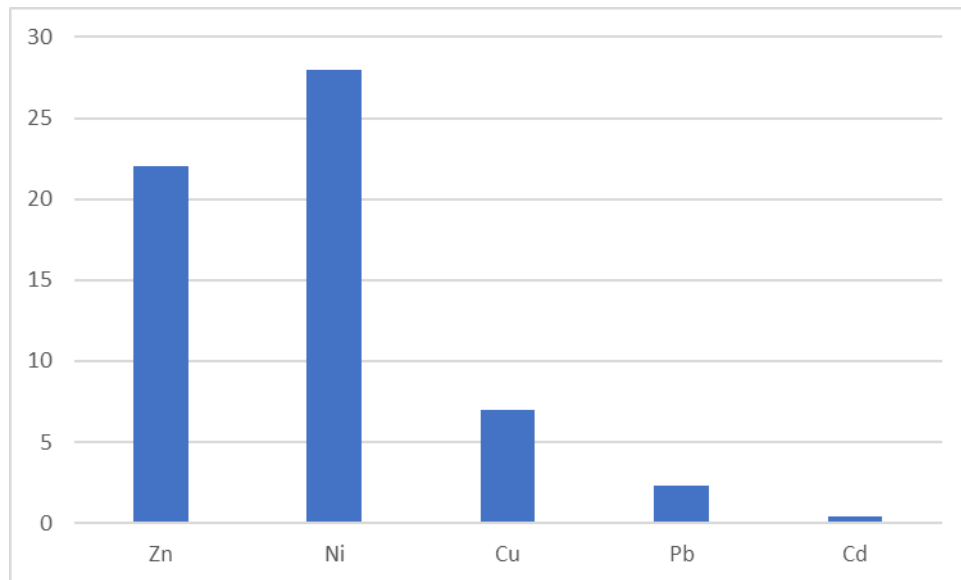


Рисунок 3.1 - Вміст рухомих форм важких металів в чорноземах звичайних в середньому за 2015-2022 рр. в ґрунтах Дніпропетровської області (мг/кг)

Середнє значення концентрації цього елемента за період дослідження у ґрунтах Дніпропетровської області складає біля 6 міліграмм на кілограмм ґрунту. При цьому, гранично допустимим рівнем забруднення є значення в межах трьох одиниць. Тобто, спостерігається перевищення концентрації по цьому елементу практично у два рази.

Цей факт перевищення концентрації необхідно проаналізувати, стосовно можливих джерел потрапляння цього елемента у ґрунти Дніпропетровської області і надати практичні рекомендації стосовно заходів, які передбачають зменшення вмісту цього елемента у ґрунтах, і подальшу його трансформацію ґрунтово – рослинний покрив, з метою зменшення негативного впливу забруднення цим елементом сільськогосподарської продукції, яка вирощується на цій території, з ціллю отримання більш екологічно – чистої продукції харчування.

На рисунку 3.2. приведено зміну вмісту важких металів у чорноземах звичайних в Дніпропетровській області в профілі ґрунту. При цьому розглянуто основні шари ґрунту, у яких відбувається міграція важких металів.

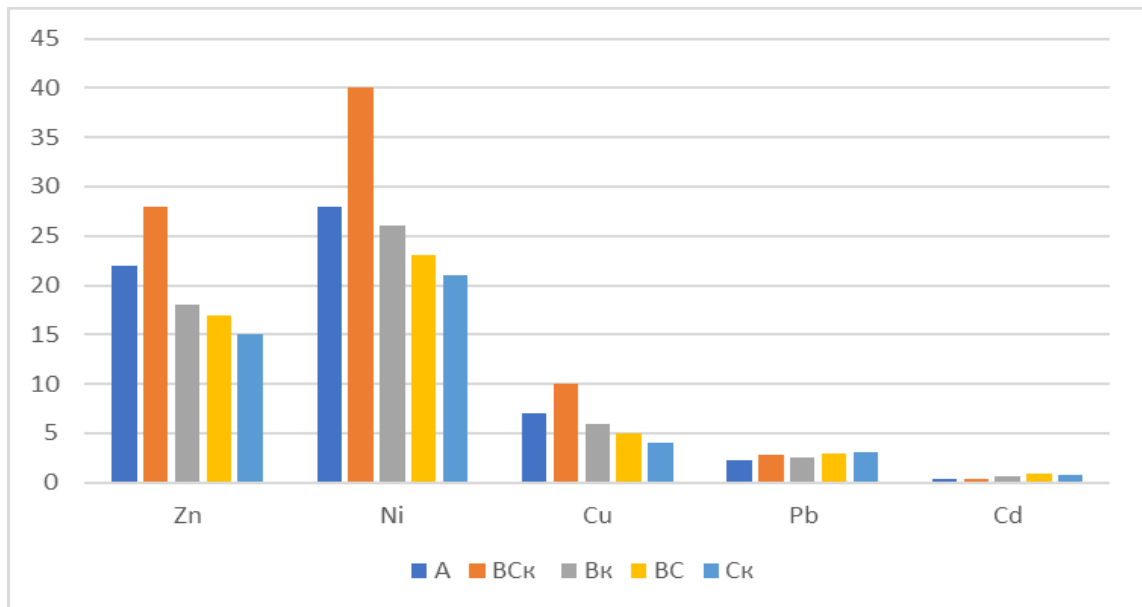


Рисунок 3.2 - Зміна вмісту важких металів у чорноземах звичайних в Дніпропетровській області в профілі ґрунту (мг/кг):

A (0-10 см) – перший гумусовий горизонт, BCk (10-60 см) - другий гумусовий горизонт, Bk (60-90 см) – гумусовий перехідний, BC (90-120 см) – перехідний карбонатний, Ck (нижче 120 см) – карбонатний.

Аналізуючи отримані данні, можна зробити висновок про однакову динаміку зміни концентрації по всім видам важких металів у профілі ґрунту. Нижче першого досліджуваного горизонту спостерігається збільшення концентрації для всіх важких металів, які розглядаються в рамках дослідження, цинку, нікелю, міді, свинцю та кадмію. Найбільш значний ріст концентрації відзначається для нікелю, менші значення отримані для цинку та міді. Що стосується свинцю, його міграційні особливості характеризуються незначним ростом у порівнянні з першим розглянутим шаром ґрунту. Для перших трьох елементів, цинку, нікелю та міді, після

значного росту концентрації, спостерігається значне падіння значень для чорноземів звичайних у Дніпропетровській області.

Особливістю динаміки свинцю є той факт, що при міграції цього елементу на глибину практично не спостерігається її зменшення. Відносно кадмія, тут відзначається протилежна тенденція, у порівнянні з іншими важкими металами для цього типу ґрунту. Цей факт потребує детального дослідження та встановлення закономірностей міграції кадмію у різних шарах ґрунту на чорноземах звичайних у Дніпропетровській області.

На рисунку 3.3. наведено вміст рухомих форм важких металів в чорноземах південних в середньому за 2015-2022 рр. в ґрунтах Дніпропетровської області.

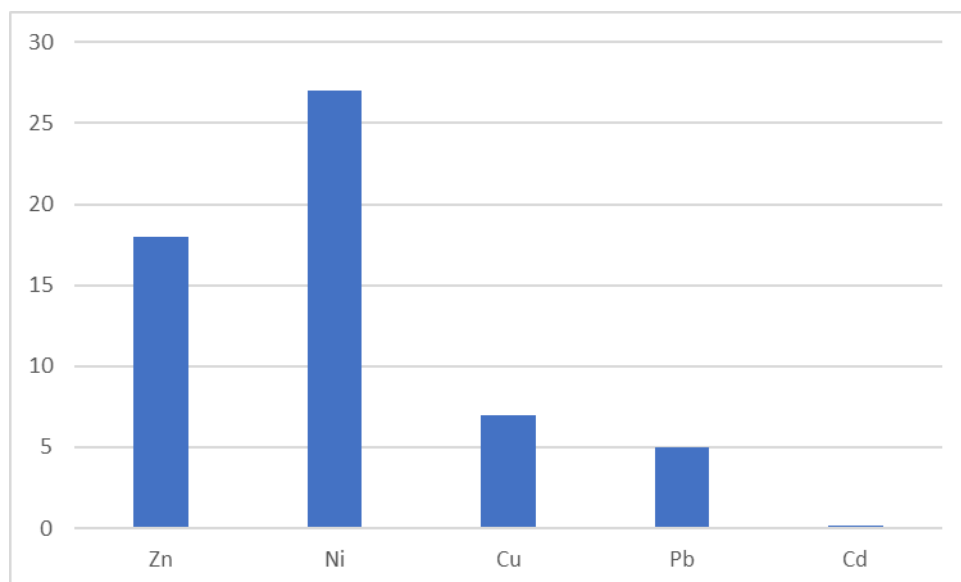


Рисунок 3.3 - Вміст рухомих форм важких металів в чорноземах південних в середньому за 2015-2022 рр. в ґрунтах Дніпропетровської області (мг/кг).

Другими основними типами ґрунтів у Дніпропетровській області є чорноземи південні. Тому, на рисунку 3.3 виконано оцінку вмісту рухомих форм важких металів в чорноземах південних в середньому за 2015-2022 роки в ґрунтах Дніпропетровської області.

Аналізуючі отримані показники, можна зробити основні висновки стосовно рівня забруднення ґрунтів – чорноземів південних,

Дніпропетровської області важкими металами. З графіка видно, що по абсолютним значенням найбільші концентрації отримані для таких елементів як, цинк та нікель, найменші для кадмія. Але, ураховуючи гранично допустимі концентрації цих елементів, можна говорити про допустимий рівень забруднення цього типу ґрунтів на цій території за досліджуваний проміжок часу, які практично по всіх показникам не перевищують зазначений допустимий рівень забруднення, окрім такого елемента як мідь.

Середнє значення концентрації цього елемента за період дослідження у чорноземах південних Дніпропетровської області також складає біля 6 міліграмм на кілограмм ґрунту. При цьому, гранично допустимим рівнем забруднення є значення в межах трьох одиниць. Тобто, спостерігається перевищення концентрації по цьому елементу практично у два рази.

Цей факт перевищення концентрації необхідно проаналізувати, стосовно можливих джерел потрапляння цього елемента у чорноземи південні Дніпропетровської області і надати практичні рекомендації стосовно заходів, які передбачають зменшення вмісту цього елемента у цих ґрунтах, і подальшу його трансформацію ґрунтово – рослинний покрив, з метою зменшення негативного впливу забруднення цим елементом сільськогосподарської продукції, яка вирощується на цій території, з ціллю отримання більш екологічно – чистої продукції харчування.

Особливістю забруднення чорноземів південних на Дніпропетровщині є менші на 20-30 відсотків значень показників по цинку, у порівнянні з чорноземами звичайними, та незначне перевищення по свинцю, у межах 10 відсотків, у порівнянні з чорноземами звичайними.

На рисунку 3.4 наведено зміну вмісту важких металів у чорноземах південних в Дніпропетровській області в профілі ґрунту.

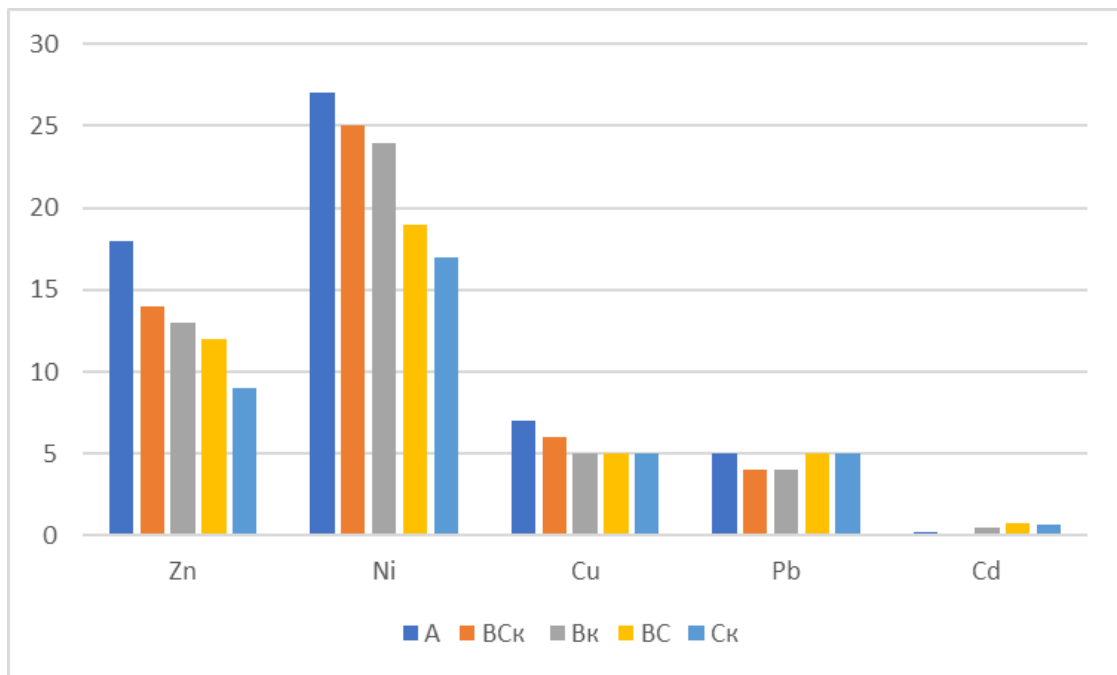


Рисунок 3.4 - Зміна вмісту важких металів у чорноземах південних в Дніпропетровській області в профілі ґрунту (мг/кг):

А (0-10 см) – перший гумусовий горизонт, BCк (10-60 см) - другий гумусовий горизонт, Bк (60-90 см) – гумусовий перехідний, BC (90-120 см) – перехідний карбонатний, Cк (нижче 120 см) – карбонатний.

У порівнянні з чорноземами звичайними, в чорноземах південних спостерігається поступове зменшення концентрації по глибині для перших двох важких металів, до яких належать цинк та нікель. При цьому, це зменшення відбувається практичноу два раз, у порівнянні з початковим. Для міді це зменшення виявилось незначним. Для свинцю взагалі, концентрація на всіх шарах ґрунту практично не змінюється.

Особливістю динаміки свинцю є той факт, що при міграції цього елементу на глибину практично не спостерігається її зменшення. Цей факт потребує детального дослідження та встановлення закономірностей міграції кадмію та свинцю у різних шарах ґрунту на чорноземах південних у Дніпропетровській області.

На рисунку 3.5 наведено зміну вмісту важких металів у лугово-чорноземних ґрунтах в Дніпропетровській області в профілі ґрунту. Це ще

один, найбільш розповсюджений на території Дніпропетровської області тип ґрунту. Але, тут розгадаються три основні шари ґрунту: A1 – перший гумусовий (0- 20 см), A2 – другий гумусовий (20-60) та АВ – перехідний.

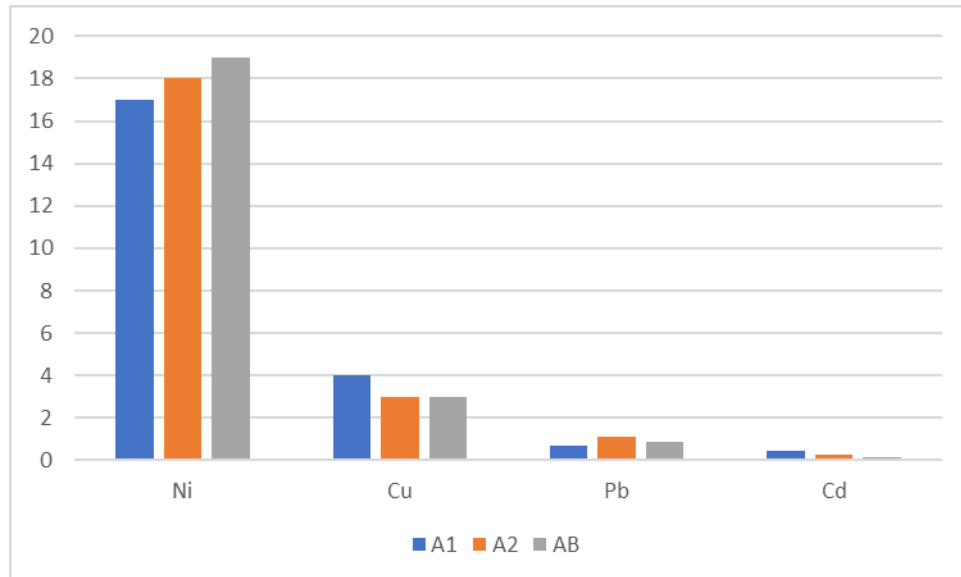


Рисунок 3.5 - Зміна вмісту важких металів у лугово-чорноземних ґрунтах в Дніпропетровській області в профілі ґрунту(мг/кг).

Що стосується зміни концентрації важких металів в лугом - чорноземних ґрунтах Дніпропетровської області, визначено динаміку для чотирьох основних важких металів, до яких належать нікель, мідь, свинець та кадмій.

По нікелю, відзначається збільшення концентрації елементу у ґрунтовому профілі в незначних межах, біля 20 відсотків. По кадмію, навпаки, спостерігається незначне зменшення концентрації, у межах 10 відсотків. По останнім двом елементам також значних змін в концентрації не спостерігається. Цей тип ґрунту є більш однотипним, що до особливостей характеристик та міграції елементів.

На цих ґрунтах, в основному, вирощуються технічні культури та кормові, які є менш вимогливими, ніж зернові культури.

3.2 Оцінка стану забруднення ґрунтово-рослинного покриву Дніпропетровської області важкими металами

На рисунку 3.6 визначено вміст важких металів у біологічних об'єктах Дніпропетровської області, до яких відносяться загальна біологічна маса, сформована з усього набору сільськогосподарських культур та біоти в цілому.

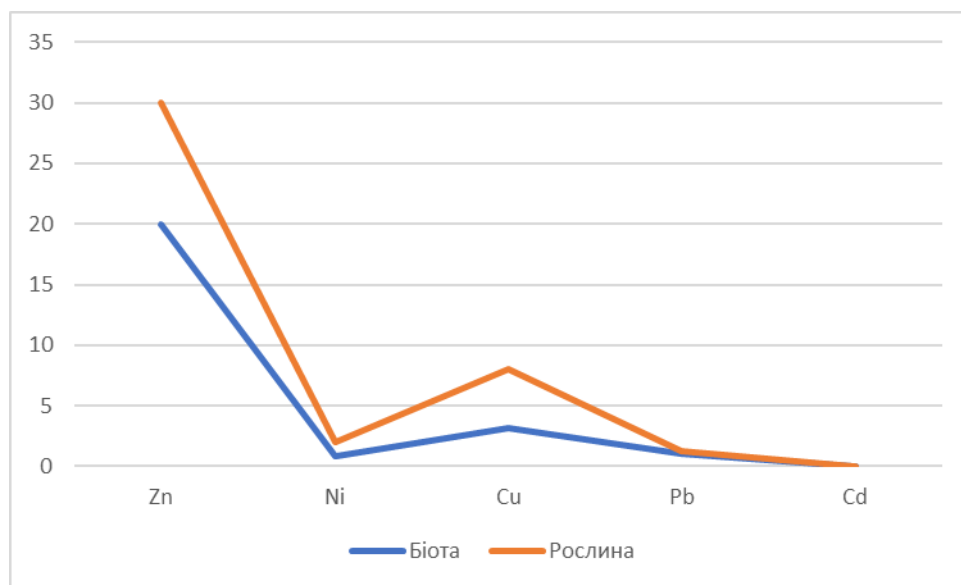


Рисунок 3.6 - Вміст важких металів у біологічних об'єктах Дніпропетровської області (мг/кг) .

Якщо оцінювати динаміку змін важких металів у біологічних об'єктах Дніпропетровської області, то у порівнянні отриманих характеристик з гранично допустимими показниками, значних перевищень концентрацій не відзначається. Це дозволяє зробити висновок про незначний вплив важких металів на якість сільськогосподарської продукції, отриманої на цій території за період дослідження. Найбільш важливим залишається питання забруднення ґрунтово – рослинного покриву Дніпропетровської області під впливом сільськогосподарського виробництва, в результаті чого, у ґрунт

потрапляє велика кількість важких металів, за рахунок внесення мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин.

На рисунку 3.7 наведено вміст важких металів у трав'яній рослинності Дніпропетровської області, до якої належать пасовищні трави, які у подальшому використовуються на корм тваринам. Ці показники є дуже важливими, тому що визначають екологічну чистоту продуктів харчування, отриманих в результаті переробки сільськогосподарської продукції.

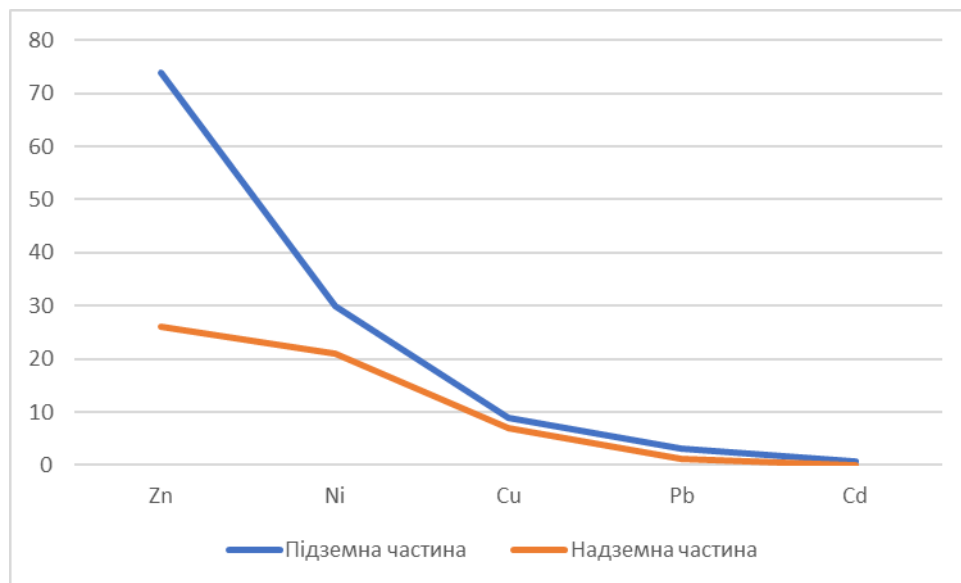


Рисунок 3.7 - Вміст важких металів у трав'яній рослинності Дніпропетровської області (мг/кг).

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок про загальну тенденцію зміни вмісту важких металів по всіх досліджуваних показниках стосовно підземної та надземної частини рослин. Вміст по всім важким металам у надземній частині менший ніж у підземній частині. Найбільша різниця отримана для таких важких металів як цинк та нікель. Для кадмія ця різниця не значна. Це мабуть пов'язано з особливостями поглинання самого елемента рослинами, та реакцією на забруднення як ґрунтового так і рослинного покриву. Механізм поглинання важких металів ґрунтового – рослинним покривом дуже складний і залежить від багатьох характеристик ґрунту та рослин. Основними характеристиками ґрунту, які впливають на

поглинання важких металів є: вміст органічної речовини, механічний склад ґрунт, наявність глинистих фракцій у ґрунті, волого-проникність ґрунту, вологоємність ґрунту та багато інших характеристик, які визначають умови трансформації важких металів у ґрунті. Отримані характеристики дуже важливі, том що визначають можливості використання різних частин рослини для різних цілей, або в якості кормов для тварин, або як продуктів харчування, або в інших цілях.

На рисунку 3.8 наведено загальний потік важких металів у ґрунтах Дніпропетровської області (мг/кг) за період дослідження.

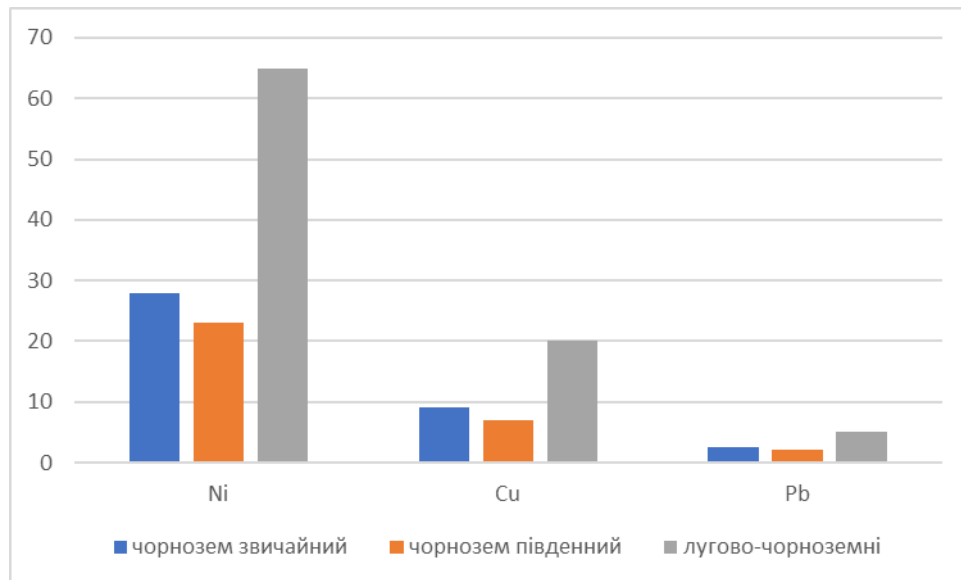


Рисунок 3.8 - Загальний потік важких металів у ґрунтах Дніпропетровської області (мг/кг).

При цьому розглядалися основні типи ґрунтів, які розповсюджені в Дніпропетровській області, до яких відносяться два типи чорноземних ґрунтів, чорнозем звичайний та чорнозем південний, та лугово – чорноземні ґрунти. Виходячи з отриманих результатів, найбільші значення важких металів приходяться на лугово – чорноземні ґрунти, де вміст органічної речовини значно менший ніж у чорноземах звичайних та південних. Отримані характеристики підтверджують інформації що до впливу органічної речовини на поглинання важких металів ґрунтовим покривом.

Чим більш органічної речовини тим менш інтенсивно поглинаються важкі метали.

Виконавши кількісний аналіз вмісту важких металів у ґрунтах Дніпропетровської області, можна зробити висновок, що у чорноземах звичайних та південних концентрації для нікелю не спостерігається перевищення ГДК (ГДК – 40). Для лугово – чорноземних ґрунтів відзначається перевищення концентрації практично у два рази. Цей факт повинен викликати відповідну реакцію, з ціллю запровадити певні заходи, що до зменшення концентрації цього важкого металу у даному типі ґрунту, або перенести вирощування сільськогосподарських культур з територій, на яких розповсюджено цей тип ґрунту, на інші території, де вміст важкого металу не перевищує зазначені гранично допустимі концентрації.

Виконавши кількісний аналіз вмісту важких металів у ґрунтах Дніпропетровської області, можна зробити висновок, що у чорноземах звичайних та південних концентрації для міді спостерігається перевищення ГДК (ГДК – 3) практично у два рази. Для лугово – чорноземних ґрунтів відзначається значне перевищення концентрації практично у п'ять разів. Цей факт також повинен викликати відповідну реакцію, з ціллю запровадити певні заходи, що до зменшення концентрації цього важкого металу у даному ґрунтах, або перенести вирощування сільськогосподарських культур з територій, на яких розповсюджено цей тип ґрунту, на інші території, де вміст важкого металу не перевищує зазначені гранично допустимі концентрації.

Виконавши кількісний аналіз вмісту важких металів у ґрунтах Дніпропетровської області, можна зробити висновок, що у чорноземах звичайних та південних концентрації для свинцю не спостерігається перевищення ГДК (ГДК – 30).

Для лугово – чорноземних ґрунтів також не відзначається перевищення концентрації. Цей важкий метал є дуже токсичним, тому йому приділяється завжди найбільша увага.

3.3 Оцінка стану забруднення ґрунтів Дніпропетровської області під впливом сільськогосподарського виробництва

Стосовно ґрунтів Дніпропетровської області (чорнозем звичайний) вивчався зміст рухливих форм основних видів важких металів на прикладі міді (Cu), цинку (Zn), кадмію (Cd), ртуті (Pb) і інших під однією з основних технічних культур, які вирощуються.

Результати досліджень за допомогою наведеної вище методики приведені в таблицях 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 – Вплив добрив на вміст важких металів на звичайному чорноземі Дніпропетровської області в шарі 0-40см, мг/кг

Варіант	Hg	Ni	Cu	Zn	Pb
Контроль	1,5	6,2	4,8	6,6	17,9
P ₁₀₀	1,8	6,4	4,3	6,8	18,4
P ₂₀₀	1,5	6,0	4,3	7,1	18,4
N ₁₀₀ P ₂₀₀	1,8	6,5	4,7	7,2	18,8
Гній - 40 т	1,4	6,9	4,5	7,2	18,4
N ₁₀₀ P ₂₀₀ K ₇₀	1,87	6,3	4,1	7,3	19,9
Середнє по варіантах з добривами	1,59	6,5	4,4	7,1	18,5

Виходячи з даних таблиці, в якій було задано декілька варіантів внесення мінеральних, органічних добрив, та контрольне внесення, яке передбачає не вносити будь-які добрива під сільськогосподарську культуру, якою є одна з основних сільськогосподарських культу, яка вирощується в умовах Дніпропетровської області, це кукурудза.

Даний аналіз виконано найбільш розповсюдженого типу ґрунтів, якими є чорноземи звичайні. На контрольному варіанті, при відсутності внесення добрив під кукурудзу на чорноземі звичайному, спостерігається мінімальний вміст важких металів, для всіх видів, які розглядаються для оцінки. При внесенні тільки фосфорних добрив, спостерігається незначне

збільшення вмісту для деяких металів, окрім міді. При внесенні тільки органічних добрив, спостерігається навпаки зменшення вмісту важких металів практично для всіх видів. Максимальне збільшення концентрації важких металів на чорноземах звичайних спостерігається лише при комплексному внесенні мінеральних добрив, як азотистих, фосфорних та калійних.

Таблиця 3.2 – Вплив добрив на валовий вміст важких металів в чорноземі південному в шарі 0-40см, мг/кг

Варіант	Hg	Ni	Cu	Zn	Pb
Контроль	1,21	5,3	4,3	6,0	1,9
P ₁₀₀	1,20	6,4	4,3	6,8	1,7
P ₂₀₀	0,98	7,2	4,0	6,8	2,0
N ₁₀₀ P ₂₀₀	1,12	5,5	4,3	6,6	1,3
Гній - 40 т	1,28	6,6	4,4	6,8	1,7
N ₁₀₀ P ₂₀₀ K ₇₀	1,32	5,3	4,0	6,9	1,7
Середнє по варіантам з добривами	1,22	6,2	4,2	6,8	1.8

Виходячи з даних таблиці, в якій було задано декілька варіантів внесення мінеральних, органічних добрив, та контрольне внесення, яке передбачає не вносити будь-які добрива під сільськогосподарську культуру, якою є одна з основних сільськогосподарських культу, яка вирощується в умовах Дніпропетровської області, це кукурудза.

Даний аналіз виконано найбільш розповсюдженого типу ґрунтів, якими також є чорноземи південні. На контрольному варіанті, при відсутності внесення добрив під кукурудзу на чорноземі південному, спостерігається мінімальний вміст важких металів, для всіх видів, які розглядаються для оцінки. При внесенні тільки фосфорних добрив, спостерігається незначне збільшення вмісту для деяких металів, окрім міді. При внесенні тільки органічних добрив, спостерігається навпаки зменшення вмісту важких металів практично для всіх видів. Максимальне збільшення концентрації важких металів на чорноземах південних спостерігається лише

при комплексному внесенні мінеральних добрив, як азотистих, фосфорних та калійних.

Рівень вмісту цих елементів можна оцінити таким чином. По міді обоє типи ґрунтів мають слабе забруднення, оскільки її вміст вже перевищує два кларки. Близький до цієї межі вміст свинцю. У звичайному чорноземі вміст важких металів вищий, ніж в чорноземі на нелесових породах. Це, мабуть, є наслідком інтенсивнішого ведення сільського господарства і близькості крупних промислових центрів, що поповнюють викидами промислових підприємств ґрунтові запаси елементів.

В цілому істотних змін валових кількостей важких металів в ґрунті при внесенні доз добрив не сталося, проте деякі тенденції можна відзначити. Практично не змінився вміст в ґрунті міді, свинцю, стронцію. Стійке підвищення валового вмісту на обох типах ґрунтів відмічене лише по цинку. Це в рівній мірі виявилось на тлі вживання мінеральних і органічних добрив. Отже, в добривах міститься велика кількість даного елемента.

У таблиці 3.3 наведено зміну рухливості цинку, марганцю та міді у звичайному чорноземі по глибині. На чорноземах для здобуття високих урожаїв соняшнику в першу чергу необхідно застосовувати цинк і мідь. Зіставлення цих цифр з валовими запасами мікроелементів в ґрунті тих же ділянок показує, що рухливість різних елементів істотно розрізняється. Саме неолік цинку стримував нормальний розвиток рослин, тоді як іншими елементами вони були добре забезпечені. Даний приклад - прекрасна ілюстрація справедливості "закону мінімуму" Лібіха і підтвердження положення, що на звичайних чорноземах в першому мінімумі серед важких металів знаходиться цинк.

Важливий резерв для того, що збалансувало живлення – підбір попередників сільськогосподарських культур, правильне визначення їх місця в сівозміні, а також місця для внесення добрив. При періодичному вживанні фосфорних добрив їх треба вносити під культури, що менш гостро реагують на неолік мікроелементів.

Таблиця 3.3 – Рухливість Zn, Cu у звичайному чорноземі

Шар грунту, см	Вміст мікроелементів в ґрунті			Відношення кількості рухомих форм мікроелементів до валових запасів, %		
	Zn	Mn	Cu	Zn	Mn	Cu
0-20	0.33	35.7	0.38	0.38	3.79	1.03
20-40	0.32	24.8	0.39	0.39	4.11	1.63
40-60	0.41	28.3	0.42	0.50	3.68	1.83
60-80	0.49	26.0	0.30	0.63	3.51	1.58
80-100	0.55	27.6	0.36	0.76	4.06	2.12
0-100	0.42	28.5	0.36	0.53	3.83	1.64

Виходячи з даних таблиці, розподіл вмісту мікроелементів по шарах ґрунту досить добре показує зміну вмісту мікроелементів у кожному з розглянутих шарів ґрунту. При цьому, розкладається достатньо широкий діапазон розповсюдження мікроелементів, від поверхні до метрового шару ґрунту. Для цинку, спостерігається поступове збільшення вмісту мікроелементів до 80 сантиметрового шару ґрунту, і тільки на останньому шарі ґрунту спостерігається значне збільшення вмісту мікроелементів. Що стосується марганцю, особливістю розподілу цього елементу по шарах ґрунту є високий вміст у верхньому (0-20) см шарі. Після цього відбувається незначне зменшення концентрації елементу, а потім йде поступове збільшення концентрації. Що стосується такого мікроелементу як мідь, для цього елементу також спостерігається незначне збільшення концентрації, після якого у півметровому шарі ґрунту відбувається зменшення концентрації.

Якщо говорити про відношення кількості рухомих форм мікроелементів до валових запасів за всіма цими елементами, спостерігається відносно однакова картина розповсюдження за профілем ґрунту.

Забруднення важкими металами з агропромислових джерел до рівнів, що наближаються до ГДК, можливі лише на землях, на яких засоби хімізації, наприклад пестициди або осідання стічних вод, застосовувалися тривалий час без належного контролю. Внесення мінеральних добрив і традиційних органічних добрив в середніх дозах здатне підняти рівень вмісту важких металів в ґрунтах до теперішнього часу значень ГДК, що діють, лише сотні років. В даний час рівні забруднення важкими металами на переважній більшості сільськогосподарських земель на півдні України не представляють реальної небезпеки.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи були зроблені наступні висновки:

1. По абсолютним значенням найбільші концентрації отримані для таких елементів як, цинк та нікель, найменші для кадмія. Але, ураховуючи гранично допустимі концентрації цих елементів, можна говорити про допустимий рівень забруднення ґрунтів на цій території за досліджуваний проміжок часу, які практично по всім показникам не перевищують зазначений допустимий рівень забруднення, окрім такого елементу як мідь.
2. Середнє значення концентрації цього елементу за період дослідження у ґрунтах Дніпропетровської області складає біля 6 міліграмм на кілограмм ґрунту. При цьому, гранично допустимим рівнем забруднення є значення в межах трьох одиниць. Тобто, спостерігається перевищення концентрації по цьому елементу практично у два рази. Цей факт перевищення концентрації необхідно проаналізувати, стосовно можливих джерел потрапляння цього елементу у ґрунти Дніпропетровської області і надати практичні рекомендації стосовно заходів, які передбачають зменшення вмісту цього елементу у ґрунтах, і подальшу його трансформацію ґрунтово – рослинний покрив, з метою зменшення негативного впливу забруднення цим елементом сільськогосподарської продукції, яка вирощується на цій території, з ціллю отримання більш екологічно – чистої продукції харчування.
3. Встановлено однакову динаміку зміни концентрації по всім видам важких металів у профілі ґрунту. Найбільш значний ріст концентрації відзначається для нікелю, менші значення отримані для цинку та міді. Що стосується свинцю, його міграційні особливості характеризуються незначним ростом у порівнянні з першим розглянутим шаром ґрунту. Для перших трьох елементів, цинку, нікелю та міді, після значного росту концентрації,

спостерігається значне падіння значень для чорноземів звичайних у Дніпропетровській області.

4. Особливістю динаміки свинцю є той факт, що при міграції цього елементу на глибину практично не спостерігається її зменшення. Відносно кадмія, тут відзначається протилежна тенденція, у порівнянні з іншими важкими металами для цього типу ґрунту.

5. Другими основними типами ґрунтів у Дніпропетровській області є чорноземи південні. По абсолютним значенням найбільші концентрації отримані для таких елементів як, цинк та нікель, найменші для кадмія. Але, ураховуючи гранично допустимі концентрації цих елементів, можна говорити про допустимий рівень забруднення цього типу ґрунтів на цій території за досліджуваний проміжок часу, які практично по всім показникам не перевищують зазначений допустимий рівень забруднення, окрім такого елементу як мідь.

6. Особливістю забруднення чорноземів південних на Дніпропетровщині є менші на 20-30 відсотків значень показників по цинку, у порівнянні з чорноземами звичайними, та незначне перевищення по свинцю, у межах 10 відсотків, у порівнянні з чорноземами звичайними. У порівнянні з чорноземами звичайними, в чорноземах південних спостерігається поступове зменшення концентрації по глибині для перших двох важких металів, до яких належать цинк та нікель. При цьому, це зменшення відбувається практичноу два раз, у порівнянні з початковим. Для міді це зменшення виявилось незначним. Для свинцю взагалі, концентрація на всіх шарах ґрунту практично не змінюється.

7. Особливістю динаміки свинцю є той факт, що при міграції цього елементу на глибину практично не спостерігається її зменшення. Цей факт потребує детального дослідження та встановлення закономірностей міграції кадмію та свинцю у різних шарах ґрунту на чорноземах південних у Дніпропетровській області.

8. Що стосується зміни концентрації важких металів в лугом - чорноземних ґрунтах Дніпропетровської області, визначено динаміку для чотирьох основних важких металів, до яких належать нікель, мідь, свинець та кадмій.

По нікелю, відзначається збільшення концентрації елементу у ґрунтовому профілі в незначних межах, біля 20 відсотків. По кадмію, навпаки, спостерігається незначне зменшення концентрації, у межах 10 відсотків. По останнім двом елементам також значних змін в концентрації не спостерігається. Цей тип ґрунту є більш однотипним, що до особливостей характеристик та міграції елементів. На цих ґрунтах, в основному, вирощуються технічні культури та кормові, які є менш вимогливими, ніж зернові культури.

9. Якщо оцінювати динаміку змін важких металів у біологічних об'єктах Дніпропетровської області, то у порівнянні отриманих характеристик з гранично допустимими показниками, значних перевищень концентрацій не відзначається. Це дозволяє зробити висновок про незначний вплив важких металів на якість сільськогосподарської продукції, отриманої на цій території за період дослідження. Найбільш важливим залишається питання забруднення ґрунтово – рослинного покриву Дніпропетровської області під впливом сільськогосподарського виробництва, в результаті чого, у ґрунт потрапляє велика кількість важких металів, за рахунок внесення мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин.

10. Спостерігається загальна тенденція зміни вмісту важких металів по всіх досліджуваних показниках стосовно підземної та надземної частини рослин. Вміст по всім важким металам у надземній частині менший ніж у підземній частині. Найбільша різниця отримана для таких важких металів як цинк та нікель. Для кадмія ця різниця не значна. Це мабуть пов'язано з особливостями поглинання самого елемента рослинами, та реакцією на забруднення як ґрунтового так і рослинного покриву. Механізм поглинання важких металів ґрунтово – рослинним покривом дуже складний і залежить від багатьох характеристик ґрунту та рослин. Основними характеристиками

грунту, які впливають на поглинання важких металів є: вміст органічної речовини, механічний склад ґрунту, наявність глинистих фракцій у ґрунті, волого-проникність ґрунту, вологоємність ґрунту та багато інших характеристик, які визначають умови трансформації важких металів у ґрунті. Отримані характеристики дуже важливі, том що визначають можливості використання різних частин рослини для різних цілей, або в якості кормов для тварин, або як продуктів харчування, або в інших цілях.

11. Найбільші значення важких металів приходяться на лугово – чорноземні ґрунти, де вміст органічної речовини значно менший ніж у чорноземах звичайних та південних. Отримані характеристики підтверджують інформації що до впливу органічної речовини на поглинання важких металів ґрунтовим покривом. Чим більш органічної речовини тим менш інтенсивно поглинаються важкі метали.

12. У чорноземах звичайних та південних концентрації для нікелю не спостерігається перевищення ГДК (ГДК – 40). Для лугово – чорноземних ґрунтів відзначається перевищення концентрації практично у два рази. Цей факт повинен викликати відповідну реакцію, з ціллю запровадити певні заходи, що до зменшення концентрації цього важкого металу у даному типі ґрунту, або перенести вирощування сільськогосподарських культур з територій, на яких розповсюджено цей тип ґрунту, на інші території, де вміст важкого металу не перевищує зазначені гранично допустимі концентрації.

13. У чорноземах звичайних та південних концентрації для міді спостерігається перевищення ГДК (ГДК – 3) практично у два рази. Для лугово – чорноземних ґрунтів відзначається значне перевищення концентрації практично у п'ять разів. Цей факт також повинен викликати відповідну реакцію, з ціллю запровадити певні заходи, що до зменшення концентрації цього важкого металу у даному ґрунтах, або перенести вирощування сільськогосподарських культур з територій, на яких розповсюджено цей тип ґрунту, на інші території, де вміст важкого металу не перевищує зазначені гранично допустимі концентрації.

14. У чорноземах звичайних та південних концентрації для свинцю не спостерігається перевищення ГДК (ГДК – 30). Для лугово – чорноземних ґрунтів також не відзначається перевищення концентрації. Цей важкий метал є дуже токсичним, тому йому приділяється завжди найбільша увага.

15. Важливий резерв для того, що збалансувало живлення – підбір попередників сільськогосподарських культур, правильне визначення їх місця в сівозміні, а також місця для внесення добрив. При періодичному вживанні фосфорних добрив їх треба вносити під культури, що менш гостро реагують на недолік мікроелементів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Дніпропетровській області за 2016 рік.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Дніпропетровській області за 2017 рік.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Дніпропетровській області за 2018 рік.
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Дніпропетровській області за 2019 рік.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Дніпропетровській області за 2020 рік.
6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Дніпропетровській області за 2021 рік.
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Дніпропетровській області за 2022 рік.
8. Купчик В.І. Грунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості. Навчальний посібник. Київ, 2010.
9. Городній М. М. Агрохімія: Підручник. Київ: ТОВ "Алефа", 2003.
10. Грабак Н.Х., Топіха І.Н., Давиденко В.М., Шевель І.В. Основи ведення сільського господарства та охорона земель: навчальний посібник, 2-е видання. Київ: ВД «Професіонал», 2006.
11. Рідей Н.М., Строкаль В.П., Рибалко Ю.В. Екологічна оцінка агробіоценозів: теорія, методика, практика. Херсон: Видавництво Олді-плюс, 2011.
12. Юрченко А.О., Чуприна Ю.Ю. Прогнозування стану довкілля. Харків, 2019.
13. Татаріко О.Г. Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги: Серія «Охорона навколишнього середовища» // За ред. Київ: березень, 2005, №3 (15).

14. Булигін С. Ю. та ін. Оцінка і прогноз якості земель: Навч. Посібник. Київ: нац. аграр. ун-т, 2008.
15. Богобоящий В.В., Курбанов К. Р., Палій П. Б., Шмандій В. М. Принципи моделювання та прогнозування в екології. Київ, 2004.
16. Азманова Н.В., Акімов І.А. та ін. Екологічний атлас. Атлас - монографія. Київ: Варта, 2006. 220 с.
17. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 19 с.
18. Рижук С.М., Лісовий М.В., Бенцаровський Ц.М. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. Київ, 2003. 64 с.
19. Патика В.П., Тараріко О. Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.
20. Євтушенко М.Д., Марютін Ф.М., Сушко І.І., Жеребко В.М. Пестициди і технічні засоби їх застосування: Навч. посібник. Харків, 2001. 349 с.
21. Edwards C.A. The effects of contaminants on the structure and function of soil communities. *11 Int. Collog. Soil Zool.*, Jyvaskyla, 10—14 Aug., 1992: Program and Abstr. Jyvaskyla, 1992. P. 136.