

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра екології та
охорони довкілля

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **ОЦІНКА ВПЛИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
ВИРОБНИЦТВА НА СТАН АГРОЦЕНОЗІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконав студент 2 курсу групи
МЕЕБ- 61 спеціальності 101 –
Екологія
Трандафіл Марія Федорівна

Керівник к.геогр.н. доц.
Ільїна Валентина Григорівна

Рецензент д.геогр.н., проф.
Берлінський Микола Анатолійович

Одеса 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 Факультет магістерської та аспірантської підготовки
 Кафедра екології та охорони довкілля
 Рівень вищої освіти магістр
 Спеціальність 101 – Екологія
 Освітня програма Охорона навколишнього середовища

 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри екології та
охорони довкілля
Ільїна В.Г.
 “ 26 ”
березня 20 18 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

- _____ Трандафіл Марії Федорівній _____
 (прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи Оцінка впливу сільськогосподарського виробництва на стан агроценозів Полтавської області
 керівник роботи Ільїна Валентина Григорівна
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
 затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 02 ” листопада 2017 р. № 321-С
 2. Строк подання студентом роботи 01 червня 2018 року
 3. Вихідні дані до роботи Характеристики ґрунтово – рослинного покриву Полтавської області ,основні забруднювальні елементи у ґрунті(вміст важких металів, пестицидів, рдіонуклідів), фізико –географічні характеристики території дослідження, кліматичні умови, внесення мінеральних та органічних добрив за період з 2010 по 2016 роки.
 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) оцінка забруднення ґрунтово-рослинного покриву Полтавської області пестицидами, виконати еколого – агрохімічну оцінку ґрунтів сільськогосподарського призначення, оцінити вміст важких металів у ґрунтово – рослинному покриві Полтавської області.
 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Фізико-географічна карта Полтавської області

Структура використання земель Полтавської області

Схема міграції пестицидів у навколишньому середовищі

Динаміка порушеності ґрунтів Полтавської області за період 2010-2016 р

Динаміка відпрацьованих ґрунтів Полтавської області за період 2010-2016 р

Динаміка рекультивованих ґрунтів Полтавської області .

Динаміка характеристики ґрунтів за вмістом гумусу %

Динаміка внесення органічних та мінеральних добрив під посіви сільськогосподарських культур.

Розподіл по класах забезпеченості ґрунтів Полтавської області рухомими формами фосфору, калію

Мінімальний, максимальний та середній вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

Порівняння вмісту пестицидів у ґрунті з ГДК у 2010 -2012 роках.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 26 березня 2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Визначення основних еколого-агрохімічні характеристик ґрунтового покриву Полтавської області</i>	31.03.18	90	5 (відм.)
2	<i>Аналіз агроекологічних умов вирощування сільськогосподарських рослин в умовах Полтавської області</i>	01.04.18- 19.04.18	90	5 (відм.)
3	<i>Оцінка забруднення ґрунтово-рослинного покриву Полтавської області пестицидами</i>	20.04.18- 29.04.18	90	5 (відм.)
	Рубіжна атестація	30.04.18- 06.05.18	90	5 (відм.)
4	<i>Аналіз сучасного стану ґрунтів Полтавської області під впливом сільськогосподарського виробництва</i>	07.05.18- 11.05.18	90	5 (відм.)
5	<i>Аналіз забруднення агроценозів Полтавської області</i>	12.05.18-	90	5 (відм.)
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника</i>	17.05.18- 24.05.18	90	5 (відм.)
7	<i>Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу до публічного захисту.</i>	25.05.18- -01.06.18	90	відм.
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

(до десятих)

Студент

(підпис)

Грандафіл М.Ф.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ільїна В.Г.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Трандафіл М.Ф. Оцінка впливу сільськогосподарського виробництва на стан агроценозів Полтавської області

Актуальність теми. Полтавська область, відноситься до однієї з основних що до вирощування багатьох сільськогосподарських рослин. Для отримання високих та стійких врожаїв необхідно внесення мінеральних та органічних добрив та використання засобів захисту сільськогосподарських рослин, до складу яких входить велика кількість забруднювальних елементів, тому оцінка впливу сільськогосподарського виробництва на стан агроценозів є дуже актуальною.

Метою роботи є оцінка впливу сільськогосподарського виробництва на стан агроценозів Полтавської області.

Об'єкт дослідження - агроценози Полтавської області.

Предмет дослідження - сільськогосподарське виробництво як основне джерело забруднення агроценозів Полтавської області та його вплив на їх стан.

Методи дослідження. Математична модель формування продуктивності сільськогосподарських рослин під впливом сільськогосподарського виробництва. Показники еколого – агрохімічного стану території.

Результати дослідження. За проаналізованими характеристиками сучасного стану агроценозів Полтавської області виконано еколого – агрохімічну оцінку ґрунтово – рослинного покриву та визначено вплив сільськогосподарського виробництва .

Наукова новизна одержаних результатів полягає у сучасній еколого – агрохімічній оцінці агроценозів Полтавської області з урахуванням впливу сільськогосподарського виробництва .

Теоретичне і практичне значення – отримані результати дозволяють оцінити вплив сільськогосподарського виробництва на стан агроценозів з урахуванням основних забруднювальних елементів та надати практичні рекомендації щ до зменшення цього впливу.

Структура та обсяг роботи..... Складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел (47 найменування). Робота містить 21 рисуноків, 27 таблиць. Загальний обсяг роботи 122 сторінки.

Ключові слова: агроекологічний стан, агроценози, важкі метали, пестициди, внесення мінеральних та органічних добрив.

SUMMARY

Trandafil M.F Assessment of the Impact of Agricultural Production on the Status of Agroecenoses of the Poltava Oblast.

Actuality of theme. Poltava region, belongs to one of the main cultivations of many agricultural plants. In order to obtain high and sustainable yields, it is necessary to apply mineral and organic fertilizers and use of means of protection of agricultural plants, which include a large amount of pollutants, therefore the assessment of the impact of agricultural production on the state of agroecenoids is very relevant.

The purpose of the work is to assess the impact of agricultural production on the state of agroecenoses of the Poltava region.

Object of research - agroecenoses of the Poltava region.

The subject of research is agricultural production as the main source of pollution of agroecenoses of the Poltava region and its influence on their condition.

Research methods. Mathematical model of formation of productivity of agricultural plants under the influence of agricultural production. Indicators of the ecological - agrochemical status of the territory.

Research results. According to the analyzed characteristics of the current state of agroecenoses of the Poltava region, an ecological - agrochemical assessment of the soil and vegetation cover has been performed and the impact of agricultural production has been determined.

The scientific novelty of the obtained results is the modern ecological - agrochemical evaluation of agroecenoses in the Poltava region, taking into account the influence of agricultural production.

The theoretical and practical significance - the obtained results allow us to estimate the impact of agricultural production on the state of agroecenoses taking into account the main pollutants and provide practical recommendations to reduce this impact.

Structure and scope of work Consists of introduction, six sections, conclusions, list of used literary sources (47 titles). The work contains 21 drawings, 27 tables. Total amount of work 122 pages.

Key words: agroecological state, agroecenoses, heavy metals, pesticides, introduction of mineral and organic fertilizers.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦІ ТА СКОРОЧЕНЬ	9
ВСТУП	12
1 СУЧАСНИЙ СТАН ОЦІНКИ ЯКОСТІ АГРОЦЕНОЗІВ.....	16
2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ.....	26
2.1 Загальна характеристика	28
2.2 Рослинний світ	28
3 МОДЕЛЬ ОЦІНКИ СТАНУ АГРОЦЕНОЗІВ ПІД ВПЛИВОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	34
3.1 Моделювання впливу засолення та осолонцювання ґрунту	34
3.2 Моделювання впливу важких металів на ґрунтово – рослинний покрив	37
3.2.1 Основні характеристики важких металів	38
3.2.2 Морфологічні характеристики рослин, які впливають на поглинання важких металів	40
3.3 Методика еколого-агрохімічної оцінки агроценозів.....	45
3.4. Основні еколого-агрохімічні характеристики ґрунтового покриву	47
3.4.1 Показники еколого-агрохімічного стану ґрунтів	55
3.4.2 Нормативи агроекологічних умов вирощування сільськогосподарських рослин	58
3.5 Методи оцінки забруднення ґрунтово-рослинного покриву Полтавської області пестицидами	62
3.5.1 Методика оцінки забруднення ґрунтово-рослинного покриву пестицидами	62
3.5.2 Моделювання динаміки забруднення ґрунтів пестицидами.....	64
3.5.3 Еколого - токсикологічна класифікація пестицидів за комплексом факторів.....	65
3.5.4 Особливості впливу пестицидів на навколишнє середовище.....	67

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ СІЛЬСКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА СТАН АГРОЦЕНОЗІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	77
4.1 Аналіз сучасного стану ґрунтів Полтавської області	77
4.2 Оцінка еколого - агрохімічного стану сільськогосподарських угідь Полтавської області	79
4.3 Аналіз забруднення агроценозів Полтавської області важкими металами.....	84
4.4 Оцінка стану забруднення ґрунтово-рослинного покриву Полтавської області пестицидами	96
ВИСНОВКИ	101
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	105
Д О Д А Т К И.....	110

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦІ ТА СКОРОЧЕНЬ

ВМ- важкі метали;

ГДК - гранично допустима концентрація;

РГВ - рівень ґрунтових вод;

ЗПВ- запаси продуктивної вологи ;

ГТК - гідрометричні коефіцієнти Селянінова ;

ДДТ – дихлордифенілтрихлоретан;

K_{Na-Ca}^j – функція впливу натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту на приріст сухої біомаси цілої рослини, безрозмірна;

$P_{Na-Ca}^{почв(j)}$ – натрієво-кальцієвий потенціал ґрунту, безрозмірний;

μ – потенціальна інтенсивність росту рослин, безрозмірна;

TSL – середня за декаду ефективна температура, °С;

n – кількість днів у розрахунковій декаді;

P_{Na-Ca} – натрієво-кальцієвий потенціал зрошувальних вод, безрозмірний;

$K_{Na-Ca}(G_H)$ та $K_{Na-Ca}(G_{ч})$ – відповідно, функції впливу внесення кількості (норм) фосфогіпсу та часу внесення фосфогіпсу (прямодія та наслідок);

G_H – норма внесення фосфогіпсу, т/га;

$G_{ч}$ – порядковий номер року після внесення фосфогіпсу;

K_S^j - функція впливу утримання солей у ґрунті на приріст біомаси рослин, безрозмірна;

q_s - зниження приросту біомаси на одиничний приріст засолення, безрозмірний;

$S_{почв}^j$ - вміст солей у водній витяжці ґрунту, гр /л;

$S_{почв}^{кр}$ - критичний рівень засолення, гл⁻¹.

де $S_{зр.в}$ – мінералізація зрошувальної води, гл⁻¹;

$K_S \cdot (G_H)$ та $K \cdot (G_q)$ – відповідно функції впливу внесення кількості фосфогіпсу та часу його внесення

де $\frac{\Delta A_q^{погл}}{\Delta t}$ – швидкість поглинання рухомих форм важких металів

g-го виду важких металів корінням рослини ,мгм⁻²доб⁻¹;

$\alpha_q^{погл}$ – поглинальна здібність кореню, мс⁻¹;

$\bar{A}_q^{почв}$ – концентрація рухомих форм g-го виду важких металів у ґрунті, мг кг⁻¹;

a_r – радіускореню., см;

q – вид важкого металу.

де μA_q - зниження продуктивності рослин в інтервалі критичних величин концентрації важких металів у рослині $A_q^{лз1}$ и $A_q^{лз2}$ (мг кг⁻¹).

де $C_{i,l}(\Delta t)$ - концентрація активності в рослині виду i у період збору врожаю; A_i - загальна питома активність на рослині виду i , що залежить від LAI даної рослини в момент поливу; Y_i - врожайність рослин виду i у період збору врожаю; λ_w - швидкість втрати активності за рахунок впливу погодних факторів; λ_r - константа радіоактивного розпаду; Δt - час, що пройшов з моменту поливу до збору врожаю

де $T_i(\Delta t)$ - коефіцієнт переходу для рослини виду i ; Y_i - врожайність їстівної частини рослини виду i .

де $C_{gi}(t)$ - концентрація активності у траві в момент t після поливу; A_g - загальна питома активність трави; Y_g - врожайність трави в момент поливу; a - фракція, яка переходить в кореневу систему ; λ_b - швидкість "розведення"

внаслідок росту біомаси; λ_i - швидкість падіння активності при переміщенні в кореневу область; t - час після поливу.

де $C_{i,r}(t)$ - концентрація радіонукліда у рослині виду i від кореневого надходження в момент t після поливу; TF_i - коефіцієнт накопичення в системі "грунт - рослина" для рослини виду i ; $C_s(t)$ - концентрація радіонукліда у прикореневій області ґрунту в момент t

де A_s - загальна питома активність на ґрунті; L - глибина прикореневого шару; δ - щільність ґрунту; λ_s - швидкість зменшення активності через переміщення за межі прикореневого шару; λ_F - швидкість фіксації радіонуклідів у ґрунті.

B - бал ґрунту за вмістом гумусу (%), вологи (мм) чи поживних елементів (мг/кг);

Φ - активний вміст гумусу (%), вологи (мм) чи поживних речовин (мг/кг);

E - вміст гумусу (%), вологи (мм) чи поживних речовин (мг/кг) в еталонному ґрунті.

LD_{50} – доза середня летальна ефективна;

де $D=DM + \lambda |V|$ - дифузійна складова;

α – коефіцієнт швидкості розпаду пестициду;

U – концентрація пестициду в розчині;

V - швидкість фільтрації;

db/dt – швидкість розчинення пестициду у воді;

$f(x)$ - функція поглинання пестициду кореневою системою.

де k_1, v – константи розпаду в твердій фазі (в сухих ґрунтах);

U_m - концентрація насичення;

b - концентрація пестициду в твердій фазі ґрунтів.

ВСТУП

В умовах України проблеми агроекології є не тільки суто екологічними, а й найбільш болючими проблемами соціального захисту населення та збереження його генофонду.

Ситуація, яка склалась в Україні в сфері використання, утилізації, знешкодження і поховання пестицидів, досягла критичного рівня і потребує негайного вирішення. Кількість непридатних для використання пестицидів складає 20 тис.тон; кількість непридатних для використання пестицидів в кожній області коливається від 130 до 2500 тон, а в окремих місцях зберігання - від 0,1 до 500 тон.

Саме ця проблема пов'язана переважно з обмеженням надходження пестицидів з їжею та питною водою в організм людей. Оскільки пестициди та радіонукліди проникають із ґрунтів у рослини, а потім передаються по трофічному ланцюгу до людини, то моделювання поширення й розпаду цих шкідливих речовин дає змогу прогнозувати їх кількості і здійснювати контроль з метою обмеження їх впливу на людину, тобто через систему екологічних та санітарно-екологічних показників вирішувати соціальну проблему захисту населення.

Рівні вмісту пестицидів у ґрунтах, отрутохімікатів, що нагромадились за роки їх застосування по Україні, склали від сотих часток до одиниць мг/кг. Однак це далеко не повна інформація, оскільки дані про збереження та використання пестицидів неповні. Тому потрібна термінова організація планомірного, своєчасного обміну інформацією про вміст пестицидів у різних об'єктах навколишнього середовища. Тільки повні і достовірні знання про концентрації пестицидів у ґрунтах, поверхневих водах, поряд з даними про перспективи хімізації сільського господарства, дозволять організувати представницьку по всій території країни спостережну мережу, визначити місця розміщення полігонів, обрати правильну методику досліджень і

прогнозувати ситуацію з пестицидами.

Територія Полтавської області є однією з основних областей України, де вирощується значна кількість сільськогосподарських культур. Ґрунти Полтавської області є досить родючими, але для отримання високих та стійких врожаїв сільськогосподарських культур необхідно використання пестицидів та агрохімікатів.

Ціллю дипломного проекту є оцінка ступеню забруднення ґрунтів Полтавської області пестицидами.

Проблема оцінки стану ґрунтово-рослинного покриву цієї території на предмет утримання в ґрунтах пестицидів та їх подальшого транспортування у рослини є досить актуальною.

Важкі метали є сьогодні одним з найбільш поширених антропогенних забруднювачів біосфери. Специфіка вирощування сільськогосподарських культур передбачає застосування мінеральних добрив, засобів захисту рослин від шкідливих організмів, стимуляторів та інгібіторів росту, за допомогою яких можна отримати високі врожаї вирощуваних рослин. У той же час агрохімікати представляють загрозу для навколишнього середовища – певна кількість шкідливих для живих організмів речовин може засвоюватись вирощуваними рослинами і далі за ланцюгами живлення надходити в організм людини. Саме тому виключно важливим є питання впливу важких металів на стан сільських селітебних територій, погіршення якості питної води і сільськогосподарської продукції, вирощених на цих територіях, та стан здоров'я сільського населення.

Зростаюча увага до охорони навколишнього середовища викликала особливу зацікавленість до питань впливу на ґрунти важких металів. На цю проблему звернули увагу при дослідженні родючості ґрунтів, оскільки такі елементи як ферум, манган, купрум, цинк, молібден, кобальт важливі для життєдіяльності живих організмів.

Вихлопні гази транспортних засобів, вивіз на поля мулу після очищення стічних вод, зрошення стічними водами, залишки та викиди при

експлуатації шахт та промислових майданчиків, внесення фосфорних та органічних добрив, застосування пестицидів і тому подібне привели до збільшення концентрації важких металів у ґрунті.

В умовах важкого економічного стану більшості сільськогосподарських підприємств потреби рослин задовольняються майже завдяки тільки природної родючості ґрунтів. Її параметри стосовно провідних сільськогосподарських культур визначаються генетичними особливостями ґрунтів, їх гранулометричним складом, ступенем зволоження та попередниками й мають великі відмінності в зонально-регіональному плані.

Ведення сільськогосподарського виробництва за умов недостатнього застосування добрив, хімічних меліорантів та засобів захисту рослин не тільки не сприяє його продуктивності, але й призводить до деградації основного засобу виробництва в сільському господарстві ґрунту. Зростання кислотності ґрунтів, зменшення вмісту в них органічної речовини та елементів живлення, погіршення агрономічно важливих фізичних властивостей - це результат деградаційних процесів. Наявність в рілних землях Полтавської області третини еродованих ґрунтів та площ, забруднених залишками пестицидів і радіонуклідами, більш інтенсивно поглиблює процеси деградації земель.

Територія Полтавської області відноситься до основної з виробництва зернових, технічних культур та картоплі. Ґрунти території достатньо забезпечені гумусом, але для отримання високих та стійких врожаїв цих культуру необхідно застосування сучасних методів агрохімічної обробки, яка передбачає внесення хімічних заходів захисту рослин, мінеральних та органічних добрив, а також інші агротехнічних приборів.

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є оцінка впливу сільськогосподарського виробництва на стан ґрунтів Полтавської області.

Вихідними даними для виконання магістерської кваліфікаційної роботи, була інформація про характеристики ґрунтів, види забруднювальних елементів, які розповсюджені в агроценозах Полтавської області, особливості

сільськогосподарського виробництва, які були взяті частково з регіональних доповідей по стан НПС у Полтавській області за період з 2010- 2016 роки.

Об'єкт дослідження: агроценози Полтавської області.

Задачами дослідження були:

- оцінити сучасний стан агроценозів Полтавської області з урахуванням показників ґрунтово- рослинного покриву;
- визначити основні забруднювальні елементи та провести аналіз їх розповсюдження;
- оцінити вплив сільськогосподарського виробництва на стан агроценозів Полтавської області;
- надати практичні рекомендації щодо поліпшення стану та якості агроценозів Полтавської області

Приймала участь у розробці наукової тематики кафедри екології та охорони довкілля за темою « Розробка складових геоінформаційної системи оцінки рівня техногенного навантаження на довкілля».

1 СУЧАСНИЙ СТАН ОЦІНКИ ЯКОСТІ АГРОЦЕНОЗІВ

У природі рослини ніколи не ростуть ізольовано, а завжди об'єднуються в самостійні групи рослинних тваринних організмів, які взаємодіють одна з одною та абіотичним середовищем, створюючи складні природні системи. В цій системі окремі блоки становлять: рослинний світ, тваринний світ, мікроорганізми, гриби, водорості, елементи абіотичного ґрунтового та повітряного середовища. Всі ці блоки та їх компоненти тісно взаємопов'язані у складні природні групи, які створюють різні екосистеми (екосистеми лісу, боліт, лук, природних кормових угідь).

Слід зауважити, що екосистема є об'єктом екологічної науки, адже організми, які утворюють прості чи складні угруповання, взаємодіють між собою. Угруповання й неживе середовище функціонують разом як екологічна система (екосистема). Термін «екосистема» запропонував англійський еколог А. Тенслі в 1953 р. Під екосистемою розуміють функціональну систему, яка вбирає в себе угруповання живих організмів разом з середовищем, в якому вони мешкають. Головна спільна риса всіх екосистем – це те, що в певних ланках трофічного ланцюга екосистеми засвоюється, передається та перетворюється енергія. Угрупованню відповідає термін «біоценоз», а системи – «біогеоценоз» [1].

Сукупність живих компонентів (рослини, тварини, мікроорганізми) називають біоценозом (від грецького «біос» - життя, «коїноз» - спільний), а угруповання живих організмів, створене людиною для одержання сільськогосподарської продукції, називають агроценозом. Агроценоз являє собою сукупність агрофітоценозу (агрофітоценоз – штучно створене людиною рослинне угруповання, яке складається з посівів або насаджень культурних рослин та їх супутників – бур'янів) і гетеротрофної складової біоти в межах однорідної ділянки. За високої культури землеробства агрофітоценоз адаптований до ландшафтних умов певної території,

малозабурянений і складається з культурних рослин, основна частина яких вирощується сі сівозмінною технологією, а на ділянках багаторічних насаджень(сади , виноградники, ягідники та ін.) – за технологією спеціального догляду. Такі особливості організації висококультурних агрофітоценозів забезпечують внаслідок гнучкої технології природокористування , а також завдяки насиченню сівозмін сидертами (люпин, середела, лядвенець тощо) багаторічними травами та застосуванню кулісних високостеблених рослин(соняшник, кукурудза, сорго тощо) , які захищають ґрунт від ерозії й висушування, а культурні рослини – від замерзання у процесі видування снігу з полів.

Для вирощування харчових продуктів, кормів та сировини створюють агробіоценоз (від слова « агро» - частинка слів , що відповідає поняттю « земля» , та « біоценоз» - сукупність живих компонентів), який являє собою сукупність організмів на землях сільськогосподарського призначення, зайнятих посівами чи посадками культурних рослин. Він має відмінні від природних екосистем структурні й речовинно-енергетичні особливості та специфічні функціональні риси , завжди є штучно створеними. Продуктивність агробіоценозу залежить від компонентів, які залишилися від первинної екосистеми [1]. У процесі біоценозів на агробіоценози, тому важливого значення набуває проблема раціонального використання та охорони агробіоценозів.

Термін « біогеоценоз» запропонував В. Сукачов (1940р.) на основі досліджень наземних історично сформованих комплексів організмів , яку заселяють певні ділянки земної поверхні. Біогеоценоз – еволюційна сформована, територіально однорідна природна система живих організмів та абіотичних компонентів, пов'язаних між собою обміном речовин, енергією та інформацією. Великих змін біогеоценоз зазнає внаслідок діяльності людини, тому поняття « біогеоценоз» застосовують як до природних, так і до антропогенних складових: ріллі, парків, садів, ставків тощо. Біогеоценоз складається з групи абіотичних компонента – екотопу та біоценозу.

Біогеоценоз, як було вже зазначено вище, залучає до себе фітоценоз (рослинність), мікробоценоз (мікроорганізми), зооценоз (тваринне населення), мікоценоз (гриби), альгоценоз (водорості), ліхоценоз (лишайники) зі своїми взаємозв'язками з іншими компонентами.

На відміну від екосистеми, біогеоценоз має свою особливість, і його обсяг та межі визначаються саме фітоценозом. За визначенням Б.Бикова(1957р), фітоценоз, або рослинне угруповання, - це форма сумісного на певній ділянці земної поверхні співжиття організмів, які характеризуються, з одного боку, взаємодією їх, з іншого, - взаємовпливом організмів і зовнішнього середовища. За участю фітоценозу визначаються межі біогеоценозу, оскільки саме рослини - продуценти є першою ланкою трофічних ланцюгів біогеоценозу. Фітоценози боліт виражають природу болотного біогеоценозу, лучні фітоценози – луків, лісові – лісу тощо.

Постійний розвиток біогеоценозів – сукцесії – є особливою формою їх існування. Більш-менш стабільними бувають лише великі біогеоценози, наприклад степові, однак стійке існування степу значною мірою залежить від місцевих змін рослинного покриву, які часто зумовлені його порушенням унаслідок діяльності існуючих компонентів біогеоценозу або ж діяльністю людини[2].

Вивчення (дослідження) агробіоценозів (агроекосистем) починається з їх виявлення і визначення процентної участі окремих типів агробіоценозів у складі агросфери території, що досліджується. Здійснити це можна за допомогою експедиційних досліджень, у процесі проведення яких виділяють агрофітоценози (агрофітоценоз - штучно створене людиною рослинне угруповання, яке складається з посівів або насаджень культурних рослин та їх супутників бур'янів), які є рельєфом, кліматом, ґрунтом та материнською породою, умовами зволоження, засобами впливу людини на посіви. При цьому слід зважити на те, що під час вивчення посівів культурних рослин важливо з'ясувати характер впливу людини на агрофітоценоз як у процесі підготовки поля до посіву сільськогосподарських культур, так і у процесі

догляду за ними. Маршрутні експедиційні дослідження агробіогеоценозів окремих господарств мають ураховувати природні особливості території та рівень сільського господарства. Потрібно щоб маршрут експедиції охопив типові для району досліджень ґрунти й материнські породи, гідрологічні умови, напрям і рівень сільського господарства. У зв'язку з цим під час вибору пунктів дослідження потрібно використовувати геоморфологічні, геологічні, кліматичні, ґрунтові, геоботанічні карти і всю необхідну літературу, що характеризує природу досліджуваної території. Важливі відомості про рівень сільського господарства в намічених пунктах можна отримати у відповідних земельних органах. Під час визначення маршруту експедиції необхідно, щоб різні співвідношення клімату, гідрологічних умов, ґрунтів і гірської породи, засобів впливу людини на посів були представлені достатньо великим числом пунктів досліджень основних польових культур [2].

Загальна довжина маршруту визначається часом, протягом якого можуть проводитись польові дослідження, кількістю відділень експедиції, числом кваліфікованих робітників у кожному відділенні, числом найхарактерніших співвідношень рельєфу, гірської породи, ґрунтів і зволоження та у зв'язку з ними числом облікових ділянок, котрі описуються у процесі маршрутних досліджень. Найзручніший для маршрутних досліджень період від початку цвітіння культурної рослини до її збору. В цей проміжок часу не тільки проявляється більшість бур'янів, що входять до складу агрофітоценозу, а повністю визначається характерна йому надземна і підземна ярусність. У цей час визначаються й кількісні відношення між компонентами польових фітоценозів [3].

Обстеження агрофітоценозів починається з прибуття до господарства, що підлягає дослідженню, й копіювання плану землекористування, на який мають бути нанесені контури посівів різних культур. Для кожного контуру на основі ґрунтової карти, що міститься в господарстві, відзначається вид ґрунту та в агрономічного персоналу, з'ясовуються попередні культури,

характер передпосівного обробітку (після збору попередника), які й коли було внесені добрива, час, спосіб, норма висіву, сорт культурної рослини, догляд за посівом та інші способи впливу людини на посів. Після цього разом з агрономом проводиться обхід усіх посівів господарства для виділення в натурі агрофітоценозів і уточнення на місці даних про них. Після цього геоботаніки починають обстеження типових (найкраще представлених і пов'язаних з типовими для господарства ґрунтами) агрофітоценозів, для чого в межах кожного агрофітоценозу закладається п'ять облікових стометрових ділянок (10x10 м). Ці ділянки мають правильне уявлення про досліджуваний агрофітоценоз, у зв'язку з чим недопустимо брати їх в умовах збідненого під впливом зовнішніх випадкових причин стебlistої культурної рослини, наявності нетипових для ділянки западин, місцевого(локального) переудобрення ґрунту гноєм та інших порушень нормального розвитку культурної рослини на полі [3].

Опис пробної ділянки починається з її місцезнаходження (географічного походження) й детальної характеристики умов досліджуваного агрофітоценозу, під час складання якої вказують:

1. Положення ділянки по рельєфу.
2. Гідрологічні умови (зволоження атмосферне, атмосферне + вода поверхневого стоку, ґрунтове - глибина залягання ґрунтових вод, недостатнє підвищене, надлишкове; постійне (стале) чи змінне).
3. Ґрунт і підстилаючі порода.
4. Середовище, що впливає на агрофітоценоз і агробіогеоценоз частиною якого і є агрофітоценоз (близькість дороги, пустиря, яру, лісові галявини, пасовища, населеного пункту та ін.)[3].

У процесі характеристики ґрунтів доречно зробити на одній з облікованих ділянок ґрунтовий розріз завглибшки до 2 м з метою уточнення виду ґрунту, ступеня заповнення ґрунту та підґрунтя корінням найбільш поширених в агрофітоценозі рослин і отримання перших уявлень про шляхи впливу агрофітоценозу на ґрунт і гірську породу. У разі взяття проб ґрунту

по генетичних горизонтах потрібно брати проби й підземних частин рослин для визначення їх ваги (у визначеному об'ємі ґрунту) і вмісту в них елементів мінерального живлення. У разі визначення властивостей ґрунту й підґрунтя, а також під час вирішення питання про зволоження ґрунту ґрунтовими водами дуже корисними можуть бути індикаційні властивості бур'янів, що входять до складу досліджуваного агрофітоценозу.

Після того, як умови місцезнаходження агрофітоценозу будуть детально описані, дослідник приступає до характеристики власне агрофітоценозу, починаючи з культурної рослини, що переважає в досліджуваному посіві. У процесі характеристики культурної рослини визначається її середня, максимальна й мінімальна висота, фаза вегетації загальне покриття проекції (у %) ступінь ураження патогенними організмами й пошкодженість шкідниками посівів. Утому разі, коли посів утворений двома культурними рослинами (змішані й ущільнені посіви), вони обидві характеризуються щодо вказаних вище ознак, причому вони оцінюються кількісне співвідношення між культурними рослинами [4].

Дослідник розглядає ярусні складання агрофітоценозу, при цьому кожний ярус поступово характеризується, починаючи з найвищого (В), що піднімається над переважаючим в агрофітоценозі культурним ярусом (К), утвореним висіяною культурною рослиною. Під зоною культурного ярусу розміщуються середній (С) і нижній (Н) яруси, причому до нижнього ярусу належать низькорослі бур'яни, що залишаються на полі після збирання врожаю культурної рослини. У процесі опису ярусів указується їх висота, характерні для ярусу бур'яни та роль ярусу у складі агрофітоценозу, яка може бути охарактеризована величиною ярусного проектного вкриття (у %) . У змішаних посівах потрібно виділяти в межах культурного ярусу під яруси - K_i і K_n , причому в деяких випадках нижній, другий, культурний під'ярус об'єднують з середнім ярусом (K_i+C). Дослідження агрофітоценозу закінчується складанням списку всіх бур'янів що трапляються на облікових стометрових ділянках, причому для кожного бур'яну вказується фаза

вегетації, ярус, до якого він входить, окомірна чисельність на око і проектне покриття (у %). Зважаючи на те, що всі види рослин представлені в агрофітоценозі видовими популяціями (ценопопуляціями), дослідження яких необхідне, рослини одного і того само виду бур'яну можуть належати до різних популяційних груп і входити до складу різних ярусів. При окомірній чисельності бур'янів за масштаб беруть проектне вкриття культурної рослини, що робить оцінку чисельності точніше стосовно до оцінки за Друде. Шкала окомірної оцінки бур'янів має чотири бали:

1. бур'яни, що трапляються рідко: 1-2 екземпляри 1 м², проектне на вкриття не більше 1%;
2. бур'яни, що трапляються досить часто, але його проектне вкриття значно менше, ніж культурної рослини;
3. бур'яни, за проектним укриттям наближаються до культурної рослини;
4. проектне вкриття бур'янів переважає культурні рослини [4].

Шкала допускає можливість використання проміжних оцінок 1:2:3. 1-2 і 2-3 вказують на межі коливання оцінок на обліковій стометровій ділянці.

З метою отримання чіткого уявлення про структуру посіву, склад популяції та видове різноманіття, що його складають, доречно в межах кожної стометрової ділянки закладати по 10 мікроділянок (0,1 м²), з яких зрізають всі культурні рослини й бур'яни та для кожного виду визначають число паростків, фазу вегетації, висоту і надземну масу. Таких ділянок має бути 50. Проводиться математична обробка отриманих даних. Порівняння описів п'яти стометрових облікових ділянок дає змогу уточнити дані про видовий склад, ступінь його вирівняності в межах уточнити агрофітоценозу (коефіцієнт Жаккара), ступінь незмінності (сталості) в ньому окремих видів бур'янів (за Брауном-Бланке), процент їхньої ураженості різного роду патогенними організмами (грибами, бактеріями та вірусами), напрям і ступінь впливу патогенних організмів на рослину - хазяїна. Під час

проведення досліджень агрофітоценозу на полі необхідно враховувати тварин, що населяють агрофітоценоз, причому як фітофагів (тварин, що пошкоджують культурні рослини й бур'яни), так і зоофагів у трофічних ланцюгах. Під час збору тварин необхідно відзначати їх чисельність у посівах, процент і ступінь ураження ними рослин.

Зважаючи на те, що маршрутні дослідження не дають можливості детально вивчити видовий і популяційний склад агрофітоценозу, його тваринне населення, ярусність підземну, сезонну мінливість і, що особливо важливо під час вивчення агробіогеоценозу, ті взаємовідношення котрі пов'язують між собою його компоненти, потрібно доповнювати маршрутні дослідження дослідями стаціонарними та експериментальними. Стаціонарні та експериментальні дослідження починаються після виявлення й опису основних агроасоціацій і мають бути пов'язані з найтипівішими агрофітоценозами цих асоціацій. Стаціонарні дослідження проводять протягом усього часу існування агрофітоценозу і в деяких випадках ураховують попередників, що мають вплив на будову й систему компонентів в агрофітоценозі [5]. Стаціонарні спостереження дають змогу:

- повноцінно визначити видовий склад рослин, тварин та мікроорганізмів в агробіоценозі, що беруть участь в обміні речовин у ньому, простежити зміни складу в часі;
- простежити зміни в часі структури агрофітоценозу, зокрема склад видових популяцій культурних рослин і бур'янів, ярусність надземну й підземну, характер розповсюдження рослин за площею та кількісне співвідношення між видами;
- вивчити внутрішнє середовище агрофітоценозу, місці існування та визначити ті екологічні ніші фітоценозу у зв'язку зі змінами протягом періоду вегетації структури останнього;
- виявити зв'язок окремих популяційних груп межах видових популяцій культурних рослин і бур'янів з визначеними екологічними нішами, що виділились в межах агрофітоценозу у

процесі розвитку з моменту висіву насіння культурної рослини до післяжнивного обробітку ґрунту (пожнивне лушення, зяблева оранка);

- виявити систему взаємовідношень між компонентами агробіоценозу з урахуванням консорційних зв'язків між ними, конкуренції в боротьбі з несприятливими зовнішніми впливами та можливості використання сприятливих зовнішніх впливів на агробіоценоз;

- визначити напрям, ступінь та механізм впливу компонентів агробіоценозу на абіотичні компоненти агробіогеоценозу (атмосферу, гідрологічні умови, ґрунт і материнську породу) [2].

Стаціонарне вивчення видового складу, видових популяцій та структури агрофітоценозу має проводитись на закладених у його межах двох облікових стометрових ділянок, з боків яких за допомогою кілочків відзначають 40 ділянок (з кожного боку), що служать для регулярного підрахунку числа пагонів культурних рослин і бур'янів визначення фази їхньої вегетації. На стометрових ділянках складаються списки рослин у строки, що відповідають таким стадіям розвитку переважаючої в посіві культурної рослини [6]. Злаки озимі: осіннє кущення, весняне кущення, трубкування, формування суцвіття, колосіння, повне цвітіння, молочна, молочно-воскова стиглість, повна стиглість; злакові ярі: ті само стадії, що і в озимих, тільки без осіннього кущення; інші групи рослин: стадія третього листка, повна вегетація, бутонізація, повне цвітіння, зелені плоди, повна стиглість.

Одночасно поза стометровими ділянками, але безпосередньо біля них, з чотириметрових ділянок відбирають проби на масу і морфологічний аналіз рослин, причому рослини викопують на глибині шару (20 см). З цих стометрових ділянок попередньо відбирають буром визначеного об'єму проби ґрунту на засміченість їх спорами бур'янів (з прошарків шарів -0-10 і 10-20 см. для кожного шару чотири проби на 1м²) з метою визначення видів, які

входять до складу агрофітоценозу на стадії первинного спокою. Під час викопування рослин на метрових ділянках одночасно проводиться облік бруньок на поземних частинах багаторічних бур'янів. Для визначення ваги коріння рослин відмивається і зважується, після видалення всіх рослин з метрових ділянок за допомогою буру визначеного об'єму відбираються пошарові проби ґрунту (шари 20-30, 30-40 см та ін. до глибини 100 см). Визначається процентний вміст елементів мінерального живлення в коренях. На цих само ділянках у ґрунті слід враховувати ґрунтову фауну. Після дозрівання культурних рослин проводиться збір урожаю на стометрових ділянках, визначається вага надземної маси рослин та окремо вага культурних рослин і бур'янів. Визначення вмісту в надземній масі культурних рослин елементів мінерального живлення (N, K,P,S, Ca, Mg, Fe) дає уявлення про винос врожаєм поживних речовин із ґрунту, крім того, їхній вміст у кореневих і післяжнивних рештках рослин свідчить про те, скільки поживних речовин після збору врожаю знову повертається у ґрунт [7].

З метою визначення впливу агробіоценозу на абіотичні компоненти агробіогеоценозу протягом усього періоду вегетації спеціальними спостереженнями визначається ступінь впливу організмів на атмосферу, гідролітичні умови, ґрунт і материнську гірську породу у сфері впливу на них досліджуваного агробіоценозу. Найскладнішим є з'ясування питання про взаємовідношення між організмами, що входять до складу агробіоценозу. Це питання вирішується експериментально на дослідницьких ділянках, у вегетаційному будиночку і за допомогою ящиків (100x100x40 см), які не обмежують площею досліджувані рослини (як у вегетаційних посудинах)та одночасно враховують вплив рослин одна на одну .

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ

Полтавщина розташована в центральній частині України в лісостеповій зоні з помірно-континентальним кліматом. На півночі область межує з Чернігівською (107км) та Сумською (238км) областями, на сході – з Харківською (188км), на півдні – з Дніпропетровською (173км) і на заході – з Київською (19км), Черкаською (225км) та Кіровоградською (149км). Загальна довжина меж близько 1100км, з яких 162км – по Кременчуцькому і Дніпродзержинському водосховищах. На рисунку 2.1 зображено фізико-географічну карту Полтавської області з відокремленими районами.



Рис.2.1 – Фізико-географічна карта Полтавської області

Із загальної площі області 28,75 тис. км² (4,6% площі України) 9,94% складають ліси та інші лісовкриті площі, 5,2% займають поверхневі водойми, 75,3% території – сільгоспугіддя, в тому числі рілля – 61,7%.

На південному заході області протікає р. Дніпро, більша частина течії якого зрегульована водосховищами. Найбільшими притоками Дніпра є:

- Псел – довжина в межах області 350 км, об'єм стоку 1,46 км³ на рік;
- Сула – довжина в межах області 213 км, об'єм стоку 1,15 км³ на рік;
- Ворскла – довжина в межах області 226 км, об'єм стоку 0,9 км³ на рік;
- Оріль – довжина в межах області 80 км, об'єм стоку 0,355 км³ на рік.

Густота річкової сітки більша на півночі, менша на південному заході. Більша частина стоку припадає на березень – квітень. Річки області живляться переважно талими сніговими водами (60% об'єму стоку) [8].

Територія області належить до класу рівнинних східноєвропейських ландшафтів. Більшість ландшафтів відносяться до лісостепового типу, і лише на південному сході – до степового та північно-степового типу. У зв'язку з високим рівнем сільськогосподарської діяльності, природні ландшафти не збереглися і тому переважають антропогени.

В їх структурі переважають сільськогосподарський тип ландшафтів. Місцевість області являє собою рівнину, розділену річковими долинами і ярами.

Полтавська область знаходиться в помірному кліматичному поясі. Найбільший вплив на формування погодних умов і клімату області мають величина і характер сонячного випромінювання, віддаленість території від великих водних мас, належність області до зони дії переважно атлантичних помірних та арктичних холодних повітряних мас, рівнинність території [8].

Територія області належить до недостатньо вологої, теплої, крайній південний схід – до посушливої, дуже теплої агрокліматичної зони.

Середньорічна кількість опадів на території області змінюється, збільшуючись з півдня на північ. Кліматичні умови області сприятливі для життя людини.

Лісові ресурси в області невеликі. Всі ліси віднесені до природоохоронних і рекреаційних.

Найбільш поширені в області ґрунти – чорноземи. Вони займають майже дві третини території області.

2.1 Загальна характеристика

Різноманіття ландшафтів, рослинного і тваринного світу Полтавської області обумовлені, насамперед, природними факторами – історичними, кліматичними, геоморфологічними [8].

Рослинний світ області багатий і різноманітний. Рослинний покрив представлений угрупованнями степів, лук, заплавних і соснових лісів, широколистяних лісів (здебільшого дібров), прибережно-водних і водних фітоценозів. Сучасний рослинний покрив регіону має трансформований характер. Лучні степи області характеризуються найбільшою флористичною різноманітністю [9].

Зональні типи рослинності — широколистяні ліси та лучні степи — займають незначні площі. Ліси трапляються переважно на терасах річкових долин. Їх поширенню, крім антропогенного впливу, заважає засолення ґрунтів, яке є характерним для області.

За даними Головного управління Держземагенства у Полтавській області ліси та інші лісовкриті площі Полтавщини займають 285,712 тис. га (9,9% площі області), лісові землі – 272,495 тис. га (9,5%), з них вкрито лісовою рослинністю 256,6 тис. гектарів (8,9%).

2.2 Рослинний світ

Рослинний світ області багатий і різноманітний. Рослинний покрив представлений угрупованнями степів, лук, заплавних і соснових лісів, широколистяних лісів (здебільшого дібров), прибережно-водних і водних

фітоценозів. Сучасний рослинний покрив регіону має трансформований характер. Напівприродні ценози збереглися переважно на заплавах річок, іноді – на їх терасах, хоча останнім часом також зазнали значних змін.

Зональні типи рослинності – широколистяні ліси та лучні степи – займають незначні площі. Ліси трапляються переважно на терасах річкових долин. Їх поширенню, крім антропогенного впливу, заважає засолення ґрунтів, яке є характерним для області.

Степова рослинність займає схили балок і річкових долин, нерозорані кургани. Лучні степи області характеризуються найбільшою флористичною різноманітністю.

Загальна кількість видів флори на території регіону складає близько 1500 одиниць. Це 33,3% до загальної чисельності видів України [9].

Ліси Полтавщини характеризуються середньою продуктивністю. За даними Полтавського обласного управління лісового та мисливського господарства загальний запас деревини області становить 52,666млн.м3, щорічний приріст деревини на 1га 4,0 метрів кубічних.

Найбільш поширеними адвентивними рослинами в Полтавському регіоні є: амброзія полинолиста, чорно щир нетреболистий, галінсога дрібноквіткова, плоскуха звичайна, злинка канадська, стенактис однорічний, енотера дворічна, портулак городній, ваточник сірійський, на водоймах – водяний різакалоєвидний

Охорона природного фіто різноманіття здійснюється в Полтавській області шляхом: ведення Червоної книги Полтавщини, створення Зеленої книги Полтавщини, оптимізації регіональної природно-заповідної та розбудови екологічної мереж [10].

2.3 Сучасний стан використання земельних ресурсів

Земля є основним національним багатством і перебуває під особливою охороною держави. З усіх земель пріоритетність в охороні та

використанні мають землі сільськогосподарського призначення, які, на жаль, найбільше піддаються антропогенному впливу.

На рисунку 2.2 наведено структуру використання земель Полтавської області.

Значних змін у структурі та стані використання земель, в порівнянні з попередніми роками, не відбулося

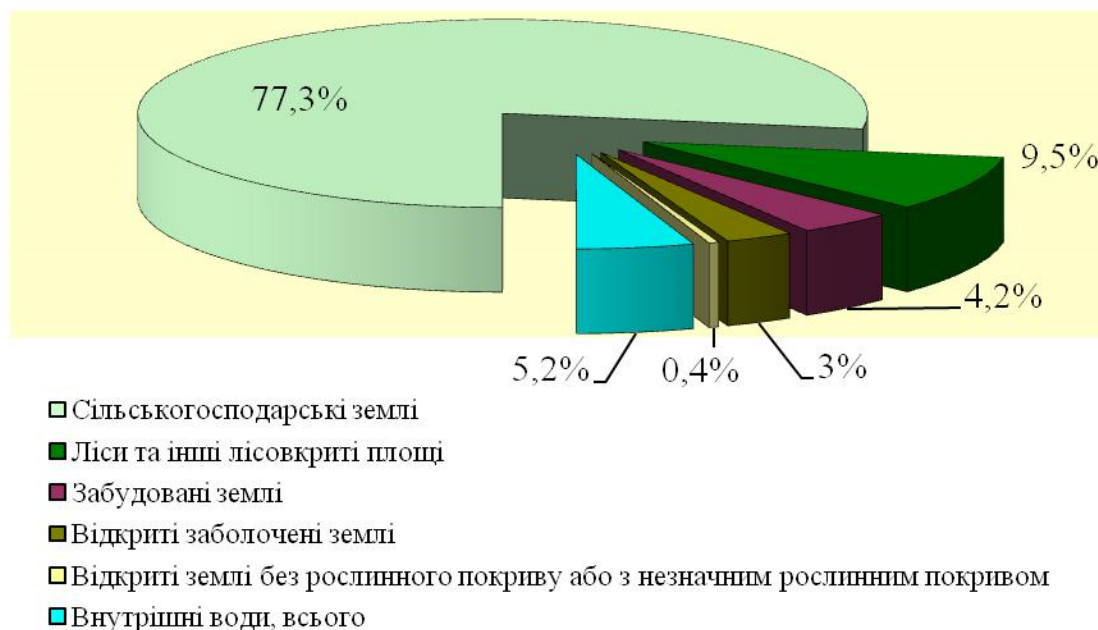


Рис. 2.2 - Структура використання земель Полтавської області.

У 2014 році із загальної площі Полтавської області 2875,068тис.га, сільськогосподарські землі склали 2165,845тис.га – 77,3%, сільськогосподарські угіддя 2165,844тис.га, або 75,33%, з них орні землі становили 1773,388тис.га, або 61,68% від усієї території (81,88% сільськогосподарських угідь). Орні землі представлені, в основному, родючими чорноземами та їх різновидами.

Загалом можна сказати, що Полтавська область має сприятливі умови та оптимальні показники, які визначають родючість ґрунту для розвитку сільського

господарства. Але потрібно запобігати виснаженню ґрунту, контролювати такі показники, як вміст гумусу та вміст поживних речовин, відновлювати їх в ґрунтах.

Полтавською філією ДУ «Держґрунтохорона» проводяться спостереження за вмістом залишкових кількостей таких пестицидів, як ДДТ та його метаболітів, ГХЦГ та суми його ізомерів, базудин, дурсбан, метафос, фозалон, фосфамід, атразин і симазин, радіонуклідів цезію 137 і стронцію 90, солей свинцю, кадмію, міді, цинку і ртуті та вмісту нітратів у воді

Аналіз основних досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Сільськогосподарське використання ґрунтів приводить до суттєвих змін в її гумусовому режимі [11]. Основними причинами втрат гумусу в процесі освоєння ґрунтів під ріллю є: зміна складу джерел гумусу і зменшення кількості рослинних решток, які надходять у ґрунт при зміні природного біоценозу агроценозом; порушення структури поверхневого горизонту ґрунту і зміна водного режиму; посилення мінералізації гумусу під впливом інтенсивного механічного обробітку та аерації; розклад і біодеградація органічної речовини під впливом фізіологічно-кислих добрив і активації мікробіологічної діяльності; некомпенсоване відчуження основних елементів живлення з урожаєм культур.

Зміни форм господарювання і власності на землю, що стали основним змістом перетворень в аграрному секторі України в останні роки, на жаль, негативно позначилися на родючості ґрунтів, що втратили значну частину гумусу – найродючіші у світі чорноземи перетворились у ґрунти із середнім рівнем родючості й продовжують погіршуватись.

Співставлення гумусованості ґрунтів за часів Докучаєва (1882 р.) із сучасним станом свідчить, що відносні втрати гумусу за цей (майже 120-річний період) досягли 22 % у лісостеповій, 19,5

– у степовій і близько 19 % – у поліській зонах України [11].

Найбільші втрати гумусу відбулися в період 60–80 рр. минулого сторіччя, що обумовлено інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва за рахунок збільшення площ просапних культур, передусім цукрових буряків і кукурудзи. У цей період щорічні втрати гумусу сягали 0,55–0,60 т/га. За результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення протягом останніх 4-х турів спостерігається стабільна тенденція зменшення вмісту в ґрунтах гумусу. За останні 20 років його вміст в Україні зменшився на 0,5 %. Найінтенсивніше процес втрати гумусу пройшов протягом 6-го туру (1991–1995 рр.), коли почалося суттєве зменшення внесення органічних добрив та отримання врожаю за рахунок потенційної родючості ґрунту [11].

Аналізуючи динаміку вмісту гумусу за ґрунтово-кліматичними зонами, в Степу процес дегуміфікації призвів до найбільших його втрат .

Однією з ознак окультуреного ґрунту є оптимальний вміст у ньому фосфору. В період інтенсивної хімізації сільського господарства обсяги застосування фосфорних добрив значно перевищували винос фосфору урожаєм. Унаслідок цього складалося додатне сальдо балансу цього елемента – 16–25 кг/га щорічно. У результаті в ґрунті відбувалось інтенсивне накопичення залишкових фосфатів. За 1965–1995 рр. середньозважений їх вміст у ґрунтах України підвищився з 71 до 112 мг/кг ґрунту [12]. Аналіз динаміки середньозваженого вмісту в ґрунтах України рухомого фосфору показує, що в період із 1986 -1995 роки він зріс на 6,5 мг/кг ґрунту. Зокрема в Поліссі – на 12, Лісостепу – 8,3 і в Степу – на 6,5 мг/кг. Це, як уже зазначалося вище, пояснюється мобілізацією в ґрунті надлишкової кількості фосфору, яка формувалася внаслідок високих доз внесення добрив і не повним використанням його у процесі формування врожаю. Із середини 90-х його вміст почав поступово зменшуватися. Вже протягом 1996–2000 років середньозважений по Україні вміст P_2O_5 знизився на 2,2 мг/кг ґрунту, а протягом 2001–2005 років – ще на 6,1. Серед ґрунтово-кліматичних зон України найінтенсивніше процес збіднення ґрунтів рухомим фосфором

відбувся в Поліссі, де протягом VII та VIII турів його вміст зменшився на 12,5 мг/кг ґрунту, тоді як у Лісостепу – на 6,9, у Степу – на 7,8 [12].

Формування калійного режиму ґрунтів відбувалось, в основному, аналогічно фосфорному. Достатній баланс калію в роки інтенсивної хімізації зумовлював збільшення вмісту цього елемента в орних землях. За тривалого внесення калійних добрив у дозах понад виносу урожаєм, калій закріплювався в кореневмісному шарі в обмінній і необмінній формах, залишаючись досить доступним рослинам.

Особливо інтенсивно зростав вміст K_2O у вісімдесятих роках у зоні Полісся, де темпи нагромадження його становили 24–35 %. Найвищий вміст обмінного калію характерний для ґрунтів степової зони, де поширеними є чорноземи звичайні та південні. Середньозважений показник K_2O для зони степу, за даними VIII туру агрохімічної паспортизації, становить 129,5 мг/кг і відноситься до групи з високим вмістом, ґрунти лісостепової зони забезпечені калієм у меншій мірі (100,8 мг/кг), але відносяться до групи з підвищеним рівнем забезпеченості. Ґрунти Полісся середньо забезпечені обмінним калієм, середньозважений показник K_2O – 56,6 мг/кг.

За результатами аналізу V–VIII турів агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення щодо забезпеченості ґрунтів обмінним калієм встановлено низхідну динаміку його вмісту. Зокрема, середньозважений показник в Україні за 20 років знизився на 8,6 мг/кг ґрунту. Слід зазначити, що найсуттєвіші втрати калію в ґрунті відбулися протягом VII–VIII турів (6,3 мг/кг). Аналогічна ситуація склалася і в зоні степу (7,5 мг/кг). У лісостеповій та поліській ґрунтово-кліматичних зонах найвищої інтенсивності даний деградаційний процес набув протягом VI– VII турів агрохімічної паспортизації – зменшення відбулося на 5,2 і 11,2 мг/кг відповідно [6].

Тенденція зменшення вмісту в ґрунті обмінного калію триває.

3 МОДЕЛЬ ОЦІНКИ СТАНУ АГРОЦЕНОЗІВ ПІД ВПЛИВОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Моделювання впливу засолення та осолонцювання ґрунту

Засолення ґрунту, як відомо, уявляє собою збільшення утримання у ньому легкорозчинних солей (карбонату натрію, хлоридів, сульфатів). Якщо процес засолення обумовлений засоленістю ґрунтоутворюючих порід, приносом солей ґрунтовими та поверхневими водами, тоді засолення називають первинним або вторинним.

Процес осолонцювання уявляє собою утворення солодій з солонців шляхом деградації останніх в результаті заміщення обмінного Na^+ на H^+ . Воно обумовлено натрієво-кальцієвим потенціалом зрошувальної води.

Процес засолення ґрунту обумовлений кількістю мінеральних солей, які знаходяться у зрошувальній воді, тобто значенням її мінералізації.

Вплив осолонцювання ґрунту на формування врожаю сільськогосподарських культур враховується за допомогою функцій впливу рівню натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту на приріст рослинної маси:

$$K_{\text{Na-Ca}}^j = 1 - (0,31P_{\text{Na-Ca}}^{\text{почв}(j)} - 0,4)\mu^j \text{TSL}^j n^j \quad (3.1)$$

де $K_{\text{Na-Ca}}^j$ – функція впливу натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту на приріст сухої біомаси цілої рослини, безрозмірна;

$P_{\text{Na-Ca}}^{\text{почв}(j)}$ – натрієво-кальцієвий потенціал ґрунту, безрозмірний;

μ – потенціальна інтенсивність росту рослин, безрозмірна;

TSL – середня за декаду ефективна температура, $^{\circ}\text{C}$

n – кількість днів у розрахунковій декаді [14].

Приймається, що величина натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту не змінюється до поливу:

$$\begin{matrix} \text{ґрун (j+1)} & \text{ґрун (j)} & j \\ P_{\text{Na-Ca}} & = P_{\text{Na-Ca}}, & \text{при } X=0 \end{matrix} \quad (3.2)$$

В декаду вегетаційного поливу ця характеристика визначається нами в залежності від рівня натрієво-кальцієвого потенціалу зрошуваної води та внесення фосфогіпсу

$$\begin{matrix} \text{ґрун (j)} & \text{зр.в. (j)} \\ P_{\text{Na-Ca}} = (1,25 P_{\text{Na-Ca}} - 0,125) K_{\text{Na-Ca}}(G_{\text{H}}) K_{\text{Na-Ca}}(G_{\text{ч}}) \end{matrix} \quad (3.3)$$

де зр.в. (j)

$P_{\text{Na-Ca}}$ – натрієво-кальцієвий потенціал зрошувальних вод, безрозмірний;

$K_{\text{Na-Ca}}(G_{\text{H}})$ та $K_{\text{Na-Ca}}(G_{\text{ч}})$ – відповідно, функції впливу внесення кількості (норм) фосфогіпсу та часу внесення фосфогіпсу (прямої та наслідок), які визначаються як:

$$K_{\text{Na-Ca}}(G_{\text{H}}) = 0,060 G_{\text{H}} + 1,0, \text{ при } \leq G_{\text{H}} 8 \text{ т.га}^{-1} \quad (3.4)$$

$$1,3 \text{ при } G_{\text{H}} > 8 \text{ т.га}^{-1}, \quad (3.5)$$

$$K_{\text{Na-Ca}}(G_{\text{ч}}) = 1,0, \text{ при } G_{\text{ч}} = 2 \text{ роки} \quad (3.6)$$

$$1,25 - 0,1 G_{\text{ч}}, \text{ при } G_{\text{ч}} = 2 \text{ роки} \quad (3.7)$$

де G_{H} – норма внесення фосфогіпсу, т/га;

$G_{\text{ч}}$ – порядковий номер року після внесення фосфогіпсу.

Зниження продуктивності рослин під впливом засолювання ґрунту розраховується за допомогою функції впливу міри засолювання ґрунту на приріст біомаси рослин:

$$K_S^j = 1 - q_s (S_{\text{почв}}^j - S_{\text{почв}}^{\text{кр}}) \mu^j T S L^j n^j \quad (3.8)$$

де K_S^j - функція впливу утримання солей у ґрунті на приріст біомаси рослин, безрозмірна;

q_s - зниження приросту біомаси на одиничний приріст засолення, безрозмірний;

$S_{\text{почв}}^j$ - вміст солей у водній витяжці ґрунту, гр /л;

$S_{\text{почв}}^{\text{кр}}$ - критичний рівень засолення, гл⁻¹.

У першому приближенні приймається, що утримання солей у водній витяжці ґрунту до першого вегетаційного поливу зберігається на одному рівні:

$$S_{\text{ґрун}}^{j+1} = S_{\text{ґрун}}^{jj} \quad \text{при } X = 0 \quad (3.9)$$

Для розрахунку рівня засолення ґрунту в декаду вегетаційного поливу скористуємось рівнянням, апроксимуючи приведену в графічному вигляді залежність лінійним рівнянням, для цього введемо функції впливу внесення фосфогіпсу на засолення ґрунту:

$$S_{\text{ґрун}} = (0,086 S_{\text{зр.в.}} + 0,092) \cdot K_S \cdot (G_H) \cdot K \cdot (G_C) \quad (3.10)$$

де $S_{\text{зр.в.}}$ – мінералізація зрошувальної води, гл⁻¹;

$K_S \cdot (G_H)$ та $K \cdot (G_C)$ – відповідно функції впливу внесення кількості фосфогіпсу та часу його внесення;

$$K_S(G_H) = 0,444G_H + 0,7, \text{ при } G_H \leq 9 \text{ т./га} \quad (3.11)$$

$$3,0, \text{ при } G_H > 9 \text{ т./га} \quad (3.12)$$

$$K(G_q) = 1,0, \text{ при } G_q \leq 2 \text{ роки} \quad (3.13)$$

$$K(G_q) = 1,2 - 0,45 G_q, \text{ при } G_q > 2 \text{ роки} \quad (3.14)$$

3.2 Моделювання впливу важких металів на ґрунтово – рослинний покрив

Накопичення важких металів рослиною розглядається в залежності від утримання рухомих форм важких металів у ґрунті [15]. Швидкість надходження важких металів у рослину описується формулою:

$$\frac{\Delta A_q^{\text{погл(о)}}}{\Delta t} = \frac{86,4 \alpha_q^{\text{погл}} \bar{A}_q^{\text{почв}} m_r^j}{a_r} \quad (3.15)$$

де $\frac{\Delta A_q^{\text{погл}}}{\Delta t}$ – швидкість поглинання рухомих форм важких металів

g-го виду важких металів корінням рослини, $\text{мгм}^{-2}\text{доб}^{-1}$;

$\alpha_q^{\text{погл}}$ – поглинальна здібність кореню, мс^{-1} ;

$\bar{A}_q^{\text{почв}}$ – концентрація рухомих форм g-го виду важких металів у ґрунті, мг кг^{-1} ;

a_r – радіус кореню, см;

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

$$K_{\text{м.М}}^j = \min \left\{ K_q^j \right\}, q \in \text{Cd, Cu, Hg, Pb, Sr, Zn} \quad (3.16)$$

кожний з яких визначається з виразу:

$$K_q^{крj} = 1 - \left(\frac{\mu A_q}{A_q^{кр2} - A_q^{кр1}} \right) \cdot A_q^{рос(j)} \quad (3.17)$$

де μA_q - зниження продуктивності рослин в інтервалі критичних величин концентрації важких металів у рослині $A_q^{лз1}$ и $A_q^{лз2}$ (мг кг⁻¹).

3.2.1 Основні характеристики важких металів

Важкі метали – токсичні елементи, які можуть міститись в продовольчій сировині та харчовій продукції, мають здатність накопичуватися в організмі.

Свинець відноситься до найбільш відомих отрут. В сучасному світі переважна частина харчових продуктів, вода та інші об'єкти навколишнього середовища забруднені свинцем.

Основними джерелами забруднення є двигуни внутрішнього згорання, в яких використовується пальне з присадками які містять свинець. З відпрацьованих газів двигунів, свинець потрапляє на поверхню землі у вигляді пилу. Середня кількість свинцю, який потрапляє в організм з харчовими продуктами, становить 250-300 мкг на добу, з повітря надходить близько 90 мкг [16].

При обробці продуктів основним шляхом потрапляння свинцю є жерстяна банка, в яку зазвичай консервують різноманітні продукти харчування як рослинного так і тваринного походження. Свинець потрапляє у продукт із свинцевого припою у швах банки. Встановлено, що біля 20 % свинцю у щоденному раціоні людей поступає з консервованої продукції, в

тому числі від 13 до 14 % з припою, а 6-7 % - з самого продукту. Поступово, з упровадженням нових методів пайки та закрутки банок, вміст свинцю у консервованій продукції зменшується.

Свинець зазвичай має брудно-сірий колір, хоча свіжий його розріз має синюватий відлив і блищить. Проте блискучий метал швидко покривається тускло-сірою захисною плівкою оксиду. Щільність свинцю ($11,34 \text{ г/см}^3$) у півтора рази більше, ніж у заліза, вчетверо більше, ніж в алюмінію; навіть срібло легше за свинець.

Хоча в природних умовах Pb присутній у всіх рослинах, виявити яку особливу його роль в метаболізмі не вдалося. Розгляд цього питання призвів до висновку про те, що якщо Pb і необхідний для рослин, та його концентрація на рівні 2-6 мкг/кг має бути вже достатньою.

Детальний аналіз даних про поглинання Pb корінням рослин дозволив прийти до висновку, що спосіб його поглинання – пасивний [17]. Швидкість поглинання знижується при вапнуванні і низьких температурах. Не дивлячись на погану розчинність Pb у ґрунті, він поглинається кореневими волосками і затримується в стінках кліток.

Коли Pb присутній в живильних розчинах в розчинній формі, коріння рослин здатне поглинати його у великій кількості, при цьому швидкість поглинання зростає з часом. Переміщення Pb з коріння в надземну частину вельми обмежено, і лише 3% Pb, що міститься в корінні, переміщується в стебло. Pb – головне джерело свинцевого забруднення – також легко поглинається рослинами через листя. Токсичність органічних форм Pb не лише перевершує токсичність неорганічних форм, але і що викликаються цими двома типами агентів ефекти розрізняються якісно. Проте симптоми свинцевого токсикозу в рослин не дуже специфічні [17].

Кадмій – рідкий і вельми розсіяний елемент. Його вміст в земній корі складає $1,1 \cdot 10^{-5}\%$. Через сильне розсіяння він не утворює самостійних рудних скупчень промислового значення, а зустрічається в рудах важких кольорових металів як домішка і витягується з них як побічний продукт.

Головний чинник, що визначає вміст Cd у ґрунтах – це хімічний склад материнських порід. Активність, а з нею і здатність рослин поглинати Cd, сильно залежить від рН ґрунту: він найбільш рухомий в інтервалі рН 4,5-5,5, а із збільшенням його значення рухливість падає.

В основному Cd локалізується в корінні і в менших кількостях у вузлах стебел, черешках і головних жилках листя. Кадмій вважається токсичним елементом для рослин, і основна причина його токсичності пов'язана з порушенням ензиматичної активності.

Видимі симптоми, викликані підвищеним вмістом Cd у рослинах – це затримка зростання, пошкодження кореневої системи, хлороз листя, червоно-буре забарвлення їх країв або прожилків. Окрім створення перешкод нормальному метаболізму ряду мікрокомпонентів живлення фітотоксичність Cd виявляється в гальмівній дії на фотосинтез, порушенні транспірування. Відомо, що Cd інгібує процеси в мікроорганізмах, що відбуваються за участю ДНК, перешкоджає симбіозу мікробів і рослин і підвищує схильність рослин до грибкових інвазій.

Сприятливий режим фосфору знижує токсичну дію Pb. Це взаємодія – наслідок здатності Pb до утворення нерозчинних фосфатів в рослинних тканинах і ґрунтах. Відомо, що S уповільнює перенесення Pb з коріння у стебла [18].

3.2.2 Морфологічні характеристики рослин, які впливають на поглинання важких металів

Найбільш небезпечними для живих організмів і рослин є такі важкі метали як свинець, мідь, кадмій, цинк і інші забруднюючі елементи. Біля 90% важких металів, потрапляючи в довкілля, акумулюються ґрунтом. Потім вони мігрують в природні води, поглинаються рослинами і потрапляють в харчові ланцюги.

Свинець, ртуть, мідь та цинк вважаються основними забрудниками, головним чином тому, що техногенне їх накопичення в довкіллі йде особливо високими темпами. Дані елементи володіють великою спорідненістю з фізіологічно важливими з'єднаннями і можуть пригнічувати найбільш значимі процеси метаболізму, припиняти зростання і розвиток.

Допустима кількість важких металів, яку людина може споживати з продуктами харчування без ризику для життя, коливається залежно від виду металу в межах: свинець – 3 мг, кадмій – 0,4-0,5 мг, ртуть – 0,3 мг в тиждень. Хоча ці рівні умовні, проте вони служать основою для контролю вмісту важких металів в продуктах харчування.

У живих організмах важкі метали грають особливу роль. У низьких концентраціях вони входять до складу біологічно активних речовин, які регулюють нормальний хід процесів життєдіяльності. Порушення в разі техногенного забруднення концентрацій, призводить до негативних, а інколи катастрофічних наслідків для живих організмів.

Потрапляючи в рослини, важкі метали розподіляються в їх органах і тканинах нерівномірно. Тому вивчення особливостей акумуляції важких металів в рослинах може допомогти обмежити їх потрапляння в організм людини [18].

Частіше кореневі системи рослин утримують більше цинку, ніж надземні органи. У надземних органах цинк концентрується переважно в старому листі. Коріння пшениці відрізняється більшим вмістом свинцю і кадмію порівняно з листям. Рівень накопичення важких металів в репродуктивних органах рослин значно нижчий, ніж у вегетативних, і залежить від біологічних особливостей культури, фізіологічної ролі елемента, його вміст в ґрунті і доступності для рослин. Це можна вважати позитивним фактором, оскільки саме вони складають господарську важливу частину основних овочевих культур.

Механізми поглинання, транспорту, метаболізму і розподілу важких металів в органах і тканинах тісно пов'язані з видовими і сортовими

особливостями вирощуваних культур, на які впливають екологічні і антропогенні чинники [18]. Знання про закономірності розподілу важких металів в тканинах і органах рослин дають можливість визначити механізми їх перерозподілу і акумуляції в процесі розвитку рослин, розробити достовірні методи оцінки якості врожаю, вірно сертифікувати продукцію.

Знання особливостей розподілу важких металів в рослинах має інтерес, оскільки дозволяє раціонально використовувати продукцію в процесі технологічної переробки і при використанні в сирому вигляді.

Накопичення і розподіл важких металів в органах рослин залежить, перш за все, від вигляду, фізіологічної спеціалізації і морфологічних ознак окремих органів (тип листя, розмір стебла і прожилок, розмір центрального циліндру в коренеплодах).

У коренеплодах моркви вміст важких металів (окрім заліза) зменшується від кінчика до голівки. Для заліза характерний високий вміст в голівці і рівномірний розподіл в інших частинах коренеплоду. У центральній частині коренеплоду спостерігається підвищена кількість цинку і свинцю, а в шкірці – підвищена кількість міді, марганцю, кадмію і заліза.

Мінімальна кількість кадмію, цинку і свинцю знаходиться в м'якоті бульби картоплі. Підвищена кількість заліза характерна для периферійної частини бульби. Мідь розподілена рівномірно у всіх частинах бульби.

Капуста відрізняється від інших овочевих культур і картоплі підвищеним вмістом цинку і зниженим – кальцію.

Для зелених культур характерний вищий вміст свинцю в стеблах, ніж в листових пластинах. Серед зелених культур найбільша кількість свинцю у всіх органах рослини спостерігається в кропиві, щавлі, салаті [18].

Надходження радіонуклідів через листя. При розрахунку вмісту радіонуклідів у рослинах необхідно розрізняти уживані людиною чи тваринами в їжу цілком (листові овочі, трава і т.д.) і рослини, у яких використовується тільки окрема частина (злаки, картопля і т.д.). Концентрація активності $C_{i,l}(t)$ у момент t після поливу визначається

початковою активністю в рослинах, втратами активності за рахунок погодних факторів (дощ, вітер), радіоактивним розпадом, а також ефектом "розведення" унаслідок росту біомаси рослин. Для цілком уживаних у їжу рослин, за винятком пасовищної трави, ріст біомаси враховується неявно, тому що активність, що поглинається листями, залежить від врожайності. Таким чином, концентрація активності може бути виражена як

$$C_{il}(\Delta t) = \frac{A_i}{Y_i} \exp[-(\lambda_w + \lambda_r)\Delta t], \quad (3.18)$$

де $C_{i,l}(\Delta t)$ - концентрація активності в рослині виду i у період збору врожаю; A_i - загальна питома активність на рослині виду i , що залежить від LAI даної рослини в момент поливу; Y_i - врожайність рослин виду i у період збору врожаю; λ_w - швидкість втрати активності за рахунок впливу погодних факторів; λ_r - константа радіоактивного розпаду; Δt - час, що пройшов з моменту поливу до збору врожаю.

Періоди збору врожаю і врожайність різних культур відомі і задаються. У випадку з пасовищною травою необхідно приймати до уваги те, що період її використання при випасі тварин досить тривалий. При цьому необхідно враховувати явне зменшення концентрації активності через ріст біомаси рослин. Крім того, для цезію-137, що має високу рухливість, істотне переміщення речовин до коренів і наступний їхній перерозподіл:

$$C_{g,l}(t) = \frac{A_g}{Y_g} \{ (1 - a) \exp[-(\lambda_b + \lambda_w + \lambda_r)t] + a \exp[-(\lambda_{t_t} + \lambda_{r_w})t] \} \quad (3.19)$$

де $C_{g,l}(t)$ - концентрація активності у траві в момент t після поливу; A_g - загальна питома активність трави; Y_g - врожайність трави в момент поливу; a - фракція, яка переходить в кореневу систему; λ_b - швидкість "розведення"

внаслідок росту біомаси; λ_i - швидкість падіння активності при переміщенні в кореневу область; t - час після поливу.

У розглядаємій моделі переносу описується коефіцієнт переходу $T_i(\Delta t)$, що являє собою фракцію активності, перенесену від листя до їстівної частини рослини до моменту збору врожаю [18]. Коефіцієнт залежить від елемента, виду рослини, а також часу, що пройшов від поливу до збору врожаю.

Концентрація радіонукліда в рослинах виду i , зібраних через Δt днів після поливу визначається наступною формулою

$$C_{il}(\Delta t) = \frac{A_i}{Y_i} T_i(\Delta t) \exp(-\lambda_r \Delta t), \quad (3.20)$$

де $T_i(\Delta t)$ - коефіцієнт переходу для рослини виду i ; Y_i - врожайність їстівної частини рослини виду i .

Кореневе надходження радіонуклідів. Концентрація радіонукліда в рослинах, утворена кореневим надходженням, розраховується з використанням концентрації радіонукліда в ґрунті і коефіцієнтів накопичення TF_i , які виражають співвідношення концентрацій активності в рослині (жива вага) і ґрунту (суха вага):

$$C_{i,r}(t) = TF_i C_s(t), \quad (3.21)$$

де $C_{i,r}(t)$ - концентрація радіонукліда у рослині виду i від кореневого надходження в момент t після поливу; TF_i - коефіцієнт накопичення в системі "ґрунт - рослина" для рослини виду i ; $C_s(t)$ - концентрація радіонукліда у прикореневій області ґрунту в момент t [19].

Якщо надходження в ґрунт відбувається в період росту рослини, то для кореневого надходження використовується коригувальний коефіцієнт, що зменшує кореневе надходження. Цей коефіцієнт являє собою відношення проміжку часу від поливу до збору врожаю до тривалості вегетації.

Концентрація в прикореновому шарі ґрунту розраховується по формулі:

$$C_s(t) = \frac{A_s}{L\delta} \exp[-(\lambda_s + \lambda_f + \lambda_r)t], \quad (3.22)$$

де A_s - загальна питома активність на ґрунті; L - глибина прикоренового шару; δ - щільність ґрунту; λ_s - швидкість зменшення активності через переміщення за межі прикоренового шару; λ_f - швидкість фіксації радіонуклідів у ґрунті.

Значення λ_s розраховується за формулою:

$$\lambda_s = \frac{V_a}{L(1 + \frac{K_d\delta}{\Theta})}, \quad (3.23)$$

3.3 Методика еколого-агрохімічної оцінки агроценозів

Поняття "якість земель" може бути визначене як комплекс їхніх ознак, які по-різному впливають на можливість їхнього використання. Це поняття відображає співвідношення фактичної продуктивності земель до потенційно можливої, що визначається умовами водо- та теплозабезпечення, й узагальнює терміни "якість ґрунтів" та "стале землеробство". Поняття "якість ґрунтів" більш обмежене, ніж "якість земель", оскільки ґрунт є частиною поняття земель, але часто використовуються в однаковому розумінні.

Якісна оцінка земель має як теоретичне, так і практичне значення. По-перше, характеристики їхньої якості використовуються в системі моніторингу земель для прогнозу і своєчасного запобігання деградаційним процесам, охорони та раціонального використання. По-друге, облік кількості та якості земель, бонітування ґрунтів є складовими Державного земельного

кадастру, відомості з якого використовується для регулювання земельних відносин, визначення розміру плати за землю та їхньої цінності у складі природних ресурсів [19]. Одними з перших визначення якості ґрунтів дали В. Ларсон і І. Ф. Пірс (1991 р.): "якість ґрунтів може бути визначена як стан існування ґрунту по відношенню стандартів або як визначення бала по відношенню до стандарту прийнятого за найвищий бал". Таке визначення більш абстрактне, ніж коректне. Е. Грегоріч та інші (1994 р.) вважають, що "якість ґрунту - це комплексна характеристика здатності ґрунтів до функціонування й те, як добре ці функції "працюють" при спеціальному використанні". Д. Карлен та інші (1992 р.) визначають поняття "якість ґрунтів" з погляду їхньої ролі для довготривалого підтримання продуктивності і збереження якості навколишнього середовища, головним вважають "здатність ґрунту служити природним середовищем для росту рослин і підтримки існування людства і тварин. Д. Доран і Т. Гіаркін (1994 р.) визначають якість ґрунту як "можливість до стійкої біологічної продуктивності, підтримки якості навколишнього середовища і забезпечення здоров'я рослин і тварин". За визначенням М. Маусбаха і Г. Тугела (1995 р.), прийнятим Спільною грунтознавців США, Комітетом з питань здоров'я ґрунтів, якість ґрунту відображає "здатність певних ґрунтів до функціонування в природних штучних екосистемних зв'язках для підтримки продуктивності рослин і тварин, збереження або покращення якості води і повітря та забезпечення здоров'я і звичок людей". Таке твердження потребує для зрозуміння поняття "якості ґрунту" оцінки п'яти таких його функцій:

- усвідомлення стійкості біологічної активності, різноманітності і продуктивності;
- регулювання потоків води й розчинів (біогеохімічних циклів, колообігів);
- фільтруючої здатності, буферності, деградації, іммобілізації і детоксикації органічних і неограничених речовин, зокрема з індустриальних і муніципальних відходів та атмосферних опадів;

- накопичення та колообіг поживних та інших речовин у біосфері;
- захисту соціально-економічних структур і збереження агроекологічних цінностей, пов'язаних з середовищем проживання людей.

Зрозуміло, що всі ці функції пов'язані між собою. Немає ґрунтів, які успішно забезпечують всі ці функції потенційно й ефективно. Деякі з них бувають у природних екосистемах, решта є результатом діяльності людини. Нарешті, якість ґрунтів залежить від того, яким чином ці функції корисні для людей. З погляду сільськогосподарського виробництва висока якість ґрунту означає забезпечення високої продуктивності виробництва без істотної його деградації та забруднення навколишнього середовища[20].

Якісну оцінку земель господарства проводять з використанням агроекологічного методу (А. І. Сірий, 2002р.) та за методом спеціального бонітування (М. В. Лісовий, 2002р.).

3.4. Основні еколого-агрохімічні характеристики ґрунтового покриву

Основна властивість ґрунтів - їхня родючість, яка залежить від багатьох чинників: складу ґрунту, його фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей. Ці властивості дуже змінюються під впливом різних антропогенних чинників, що істотно впливає на умови живлення рослин, величину та якість урожаю. Потрібно знати властивості ґрунту, щоб цілеспрямовано керувати формуванням урожаю, ростом і розвитком рослин. Ріст і розвиток рослин значною мірою залежать від фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунту .

Забезпеченість ґрунтів поживними речовинами і створення необхідних агрокліматичних умов для вирощування зернових, технічних, кормових, овочевих та олійних культур є першою умовою формування сталих високопродуктивних урожаїв. Саме від забезпеченості ґрунтів за показниками еколого-агрохімічної оцінки (агрофізичні, фізико-хімічні,

агрохімічні та екологічні властивості ґрунтів) та від умов вирощування культур залежить якість продукції та сировини.

Агрофізичні показники ґрунтів (щільність ґрунту і продуктивна волога) є важливими показниками їхньої родючості, яка зумовлює ефективність використання поживних речовин із ґрунту та добрив, впливає на врожайність сільськогосподарських культур.

Фізико-хімічні показники впливають на поживний режим ґрунту, його біологічну активність і зумовлюють урожайність і якість сільськогосподарської продукції. Вони характеризуються активною (pH_{H_2O}), обмінною (pH_{KCl}) і гідролітичною кислотністю (H_T , мг-екв. на 100 г ґрунту), сумою ввібраних основ (мг-екв./100 г) та вмістом загального гумусу (%), ємністю поглинання (мг-екв. на 100 г ґрунту), ступенем насичення ґрунту основами .

Сільськогосподарські культури по-різному реагують на реакцією ґрунтового розчину [21]. Одні добре розвиваються на кислих ґрунтах, інші - на нейтральних. Надмірна кислотність ґрунтів здійснює на рослини негативний вплив, який виявляється в підкисленні клітинного соку, порушенні білкового обміну, зниженні інтенсивності фотосинтезу та кореневого й водного живлення. Більшість зернових культур краще розвиваються за слабокислої та нейтральної реакції ґрунту (пшениця, ячмінь, кукурудза, соя, горох, соняшник). У разі нейтральної і слаболужної реакції (pH - 7-8) добре ростуть люцерна, цукрові буряки, коноплі. Малочутливі до підвищеної кислотності жито, просо, гречка. Ці культури ростуть у широкому інтервалі pH - від слаболужної (7,5) до кислої (4,7) реакції. Оптимальне pH для них 5,5-6. Кисла реакція властива підзолистим, дерново-підзолистим, сірим лісовим і болотним ґрунтам; нейтральна - чорноземам; лужна - каштановим ґрунтам і солонцям .

Гідролітична кислотність ґрунтів дає можливість визначити чи потребують ці ґрунти вапнування для нормального росту й розвитку культур. Застосування добрив, засобів хімічної меліорації (вапнування, гіпсування)

дуже впливає на фізико-хімічні властивості ґрунтів і на створення оптимальної реакції ґрунтового розчину [22]. Якщо ґрунти мають гідролітичну кислотність менше 2 ($H_T \leq 2$ - нейтральні ґрунти), то вони не потребують вапнування; якщо мають від 2,1 до 3,0 ($H_T = 2,1-3,0$ - близькі до нейтральних), то доцільне вапнування на опідзолених ґрунтах Лісостепу, проводиться вибірково в сівозмінах з вимогливими до вапна культурами; якщо ж гідролітична кислотність більше 3,0, то ґрунти потребують вапнування залежно від типу ґрунту та ступеня кислотності .

Сума ввібраних основ - це загальна кількість усіх катіонів основ - Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , увібраних ґрунтово - вбирним комплексом, тобто це загальна сума катіонів без водню й алюмінію [23].

Гумус - інтегральний показник родючості, який об'єднує в собі низку властивостей ґрунтів. З гумусними речовинами пов'язані умови життєдіяльності рослин, які відображаються у властивостях ґрунтового профілю: потужність і багатство гумусного профілю, придатність до сільськогосподарського використання, реакція середовища, фізичний стан, його біохімічна активність та ін. На збільшення запасів гумусу позитивно реагують такі сільськогосподарські культури, як озима пшениця, ячмінь, цукровий буряк, кукурудза та соняшник. Оптимальним для цих культур є вміст гумусу в орному шарі ґрунту - $>3,5\%$, допустимим - $2,0-3,5\%$, недопустимим - $<2,0\%$. Значення щільності складення ґрунту і показників вмісту гумусу для культур наведені у додатку Г.

Основними агрохімічними показниками, які входять до складу еколого-агрохімічного паспорта поля та земельних ділянок, є азот сполук, що легко гідролізується; рухомий фосфор; обмінний калій; рухомі форми мікроелементів: бору; марганцю, кобальту, міді, цинку [24].

Розрізняють такі форми азоту: загальний азот, мінеральні сполуки азоту (доступний для рослин), легко гідролізований (характеризує забезпеченість ґрунту азотом протягом всього періоду вегетації), важко гідролізований (резерв для збагачення ґрунтів та мінеральні форми азоту, -

азот амінів, частина необмінного аміаку та азот гумінів), негідролізований азот (гуміни, меланіни, необмінний амоній, майже не бере участі в азотному обміні між ґрунтом і рослиною). Азот надходить у ґрунт у процесі гниття органічних речовин у вигляді аміаку, який під дією нітрифікуючих бактерій окислюється в азотну кислоту. Оптимальний вміст поживних речовин є важливою умовою одержання високих і сталих урожаїв. Поглинання поживних речовин залежить від віку, біологічних особливостей та умов вирощування рослин.

У ґрунті загальний уміст фосфору, як правило, нижчий, ніж азоту і особливо калію. Його вміст коливається у межах 0,04 - 0,22 % залежно від типу ґрунту, його гранулометричного складу та вмісту в ньому гумусу. Фосфор у вигляді мінеральних сполук переважає над вмістом органічних сполук. Мінеральні сполуки фосфору у ґрунті перебувають у вигляді солей кальцію, заліза та алюмінію [25]. Основними й найкраще засвоюваними сполуками фосфору для рослин є солі орто- (H_3PO_4) і метафосфорної (HPO_3) кислот у ґрунті. Найбільш доступні солі одновалентних катіонів ортофосфорної кислоти. Нормальне фосфорне живлення рослин забезпечується тільки через корені. Калій входить до ряду шести елементів (кисень, кремній, алюміній, залізо, кальцій, калій), які становлять 96 % усіх хімічних речовин ґрунту. У ґрунті, на відміну від ґрунтовірних порід, калій перебуває не тільки у складі мінеральних структур, а входить також до складного органо-мінерального колоїдного комплексу - решток рослинного, тваринного та мікробіологічного походження. Калій у ґрунтах розподіляється на такі форми: водорозчинний, обмінний, важкообмінний, або резервний, калій ґрунту, необмінний, зокрема, фіксований калій, калій нерозчинних алюмосилікатів, калій органічної частини ґрунту (мікроби, органічні рештки тощо). Обмінний калій - основний показник забезпеченості доступним для рослин калієм. Він представлений іонами калію, що містяться на поверхні негативно заряджених колоїдних часточок ґрунту. Вміст обмінного калію

характеризує генетичні особливості ґрунту, а також інтенсивність антропогенної дії. За його вмістом визначають забезпеченість ґрунту калієм.

Для забезпечення оптимального режиму живлення рослин, крім мікроелементів (азот, фосфор, калій), необхідні макроелементи (В, Мо, Мп, Со, Сu, Zn). Незважаючи на надзвичайно малий вміст макроелементів, роль їх дуже велика: підвищується уміст хлорофілу в листках рослин, зростає інтенсивність їхнього фотосинтезу, посилюється діяльність ферментативного комплексу, підвищується стійкість рослин проти хвороб. Мікроелементи - це елементи, які містяться в досить малій кількості у ґрунті та рослинах (0,01-0,001 % на суху речовину) [26]. Вміст рухомих форм мікроелементів змінюється залежно від рівня застосування макро- і мікроелементів та вегетації рослин.

Екологічний стан ґрунту визначається рівнем антропогенного забруднення радіонуклідами (цезій - 137, стронцій - 90), важкими металами (рухомі форми кадмію, цинку, міді, свинцю, ртуті), залишками ДДТ та іншими високотоксичними пестицидами. До складу еколого-агрохімічного паспорта полів і земельних ділянок входять такі показники: вміст рухомих форм важких металів, мг/кг: кадмію, свинцю; щільність радіоактивного забруднення, Кі/км²: цезієм-137, стронцієм-90 .

Забруднення ґрунтів важкими металами (ВМ) має негативні сторони. Надходячи по харчових ланцюгах з ґрунту в рослини, а звідти в організм тварини і людини, ВМ викликають зниження кількості та якості врожаю сільськогосподарської і тваринницької продукції, зростання захворюваності населення і зменшення тривалості життя. Основним джерелом надходження важких металів на земну поверхню є пило-газові викиди гірничорудної, металургійної та хімічної промисловості. Забруднення ґрунтового покриву дуже тісно пов'язане з роботою електростанцій, автомобільного та залізничного транспорту. Підвищений уміст важких металів у ґрунті може бути наслідком застосування в сільському господарстві меліорантів, добрив та пестицидів, а також використання для зрошення забруднених побутових і

промислових стічних вод тощо. Постійне надходження важких металів у ґрунт може призвести до формування зон підвищеної екологічної токсичності. Оцінка екологічного стану ґрунтів за вмістом важких металів проводиться способом порівняння фактичного вмісту їх у ґрунті з такими показниками, як гранично допустима концентрація (ГДК). Класифікацію ґрунтів за ступенем забруднення важкими металами, згідно з ГОСТом 17.4.3.06-86, проводять за гранично допустимою концентрацією. За ступенем забруднення ґрунти слід поділяти на: сильно забруднені, середньо забруднені, слабо забруднені [27].

До сильно забруднених зараховують ґрунти, вміст важких металів у яких у декілька разів перевищує ГДК. Під впливом забруднення вони мають низьку біологічну продуктивність, суттєві зміни фізико-механічних, хімічних та біологічних характеристик, унаслідок чого вміст важких металів у рослинній продукції перевищує встановлені норми. До середньо забруднених відносяться ґрунти, у яких визначено перевищення ГДК без видимих змін властивостей. До слабо забруднених зараховують ґрунти, вміст важких металів у яких не перевищує ГДК, але вищий природного фону. Під час оцінки ступеня забруднення ґрунтів важкими металами, згідно з Керівним нормативним документом, користуються даними щодо гранично допустимих концентрацій.

Зрозуміло, що реакція сільськогосподарських культур на забруднення ґрунтів важкими металами неоднакова. Найбільш толерантні до них озиме жито, озима пшениця, овес, ячмінь. Найвищий адаптивний потенціал має жито, а найнижчий - ячмінь. Екологічні наслідки радіоактивного забруднення ґрунтів полягають у наступному: включаючись у біологічний колообіг, радіонукліди через рослинницьку і тваринницьку їжу надходять в організм людини й, нагромаджуючись у ньому, викликають радіоактивне опромінювання. Радіонукліди, подібно до багатьох інших забруднюючих речовин, поступово концентруються в харчових ланцюгах. Щодо екології то, найбільшу небезпеку мають ^{90}Sr і ^{137}Cs . Це зумовлене тривалим періодом

напіврозпаду (28 років ^{90}Sr і 33 роки ^{137}Cs), високою енергією випромінювання і здатністю легко включатися в біологічний колообіг, у ланцюги живлення. Стронцій за хімічними властивостями близький до кальцію і входить до складу кісткових тканин, а цезій близький до калію і включається в багато реакцій живих організмів [28]. Отримати екологічно безпечний урожай можливо в разі щільності забруднення ґрунтів на рівні $1,0 \text{ Ки/км}^2$ за цезієм-137 і $0,02 \text{ Ки/км}^2$ за строндієм-90 або на рівні природного фону.

Основна властивість ґрунтів - їхня родючість, яка залежить від багатьох чинників: складу ґрунту, його фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей. Ці властивості дуже змінюються під впливом різних антропогенних чинників, що істотно впливає на умови живлення рослин, величину та якість урожаю. Потрібно знати властивості ґрунту, щоб цілеспрямовано керувати формуванням урожаю, ростом і розвитком рослин. Ріст і розвиток рослин значною мірою залежать від фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунту [29].

Забезпеченість ґрунтів поживними речовинами і створення необхідних агрокліматичних умов для вирощування зернових, технічних, кормових, овочевих та олійних культур є першою умовою формування сталих високопродуктивних урожаїв. Саме від забезпеченості ґрунтів за показниками еколого-агрохімічної оцінки (агрофізичні, фізико-хімічні, агрохімічні та екологічні властивості ґрунтів) та від умов вирощування культур залежить якість продукції та сировини.

Якісну оцінку земель та еколого-агрохімічні паспортизацію полів і земельних ділянок проводять згідно з Керівним нормативним документом "Суцільний ґрунтово-агрохімічний моніторинг сільськогосподарських угідь України". Показником якості, або еколого-агрохімічного стану ґрунту, є бонітет, виражений у балах. Методика залучає до свого складу не лише показники родючості, але й дані про забруднення ґрунтів токсикантами

антропогенного походження і є зведеним показником агроекологічного стану поля, земельної ділянки та інших територіальних одиниць.

Основними показниками, за якими визначається агрохімічний стан ґрунтів поля, прийнято вважати: вміст в орному шарі загального гумусу, сполук азоту, які легко гідролізується, рухомого фосфору, обмінного калію та мікроелементів (марганцю, молібдену, цинку, міді, бору, кобальту), а також кислотність ґрунту, ємність поглинання, сума ввібраних основ, щільність ґрунту, максимально можливі запаси продуктивної вологи (1 м) [29]. Екологічний стан поля, згідно з методикою, визначається рівнем антропогенного забруднення радіонуклідами (цезій-137, стронцій-90), важкими металами (рухомі форми кадмію, цинку, міді, свинцю, ртуті), залишками ДДТ та іншими високотоксичними пестицидами. Еколого-агрохімічні паспорти розробляються окремо для сільськогосподарських угідь, таких як орні землі, багаторічні насадження, сіножаті та пасовища, зокрема й для зрошуваних та осушених земель.

Основними агрохімічними показниками, які входять до складу еколого-агрохімічного паспорта поля та земельних ділянок, є азот сполук, що легко гідролізується; рухомий фосфор; обмінний калій; рухомі форми мікроелементів: бору; марганцю, кобальту, міді, цинку[30].

Гумус - інтегральний показник родючості, який об'єднує в собі низку властивостей ґрунтів. З гумусними речовинами пов'язані умови життєдіяльності рослин, які відображаються у властивостях ґрунтового профілю: потужність і багатство гумусного профілю, придатність до сільськогосподарського використання, реакція середовища, фізичний стан, його біохімічна активність та ін. На збільшення запасів гумусу позитивно реагують такі сільськогосподарські культури, як озима пшениця, ячмінь, цукровий буряк, кукурудза та соняшник. Оптимальним для цих культур є вміст гумусу в орному шарі ґрунту - $>3,5\%$, допустимим - $2,0-3,5\%$, недопустимим - $<2,0\%$.

Забруднення ґрунтів важкими металами (ВМ) має негативні сторони. Надходячи по харчових ланцюгах з ґрунту в рослини, а звідти в організм тварини і людини, ВМ викликають зниження кількості та якості врожаю сільськогосподарської і тваринницької продукції, зростання захворюваності населення і зменшення тривалості життя. Основним джерелом надходження важких металів на земну поверхню є пило-газові викиди гірничорудної, металургійної та хімічної промисловості. Забруднення ґрунтового покриву дуже тісно пов'язане з роботою електростанцій, автомобільного та залізничного транспорту. Підвищений уміст важких металів у ґрунті може бути наслідком застосування в сільському господарстві меліорантів, добрив та пестицидів, а також використання для зрошення забруднених побутових і промислових стічних вод тощо. Постійне надходження важких металів у ґрунт може призвести до формування зон підвищеної екологічної токсичності [31].

До сильно забруднених зараховують ґрунти, вміст важких металів у яких у декілька разів перевищує ГДК. Під впливом забруднення вони мають низьку біологічну продуктивність, суттєві зміни фізико-механічних, хімічних та біологічних характеристик, унаслідок чого вміст важких металів у рослинній продукції перевищує встановлені норми. До середньо забруднених відносяться ґрунти, у яких визначено перевищення ГДК без видимих змін властивостей. До слабо забруднених зараховують ґрунти, вміст важких металів у яких не перевищує ГДК, але вищий природного фону.

3.4.1 Показники еколого-агрохімічного стану ґрунтів

Еколого-агрохімічна паспортизація полів і земельних ділянок здійснюється з використанням матеріалів якісної оцінки (бонітування) ґрунтів і показників їхнього санітарно-гігієнічного стану.

Показником якості або еколого-агрохімічного стану ґрунту є бонітет, виражений у балах. Бонітет являє собою інтегральну величину різноманітних

властивостей і природних ознак, виражених у мг, %, мг-екв, мм, т та інших одиницях вимірювання, які перераховують у бали бонітету. Внутрішні природні властивості й ознаки ґрунту виступають як критерії бонітування критеріїв і діляться на такі дві групи основні (типові) та модифіковані.

Агрохімічна оцінка якості ґрунтів характеризується фізико-хімічними властивостями з використанням показників, які визначають за результатами аналізів агрономічного обстеження цих ґрунтів і вираження в балах за 100-бальною оцінкою [31]. За 100 балів береться еталонний ґрунт з найвищим значенням показників властивостей ґрунту, інші ґрунти отримують оцінку відповідно еталона.

Середні дані діагностичних ознак служать основною для встановлення бала бонітету ґрунтів, який обчислюється таким чином. Для кожного діагностичного показника з групи основних типових критеріїв спочатку обчислюють бал бонітету як процентне відношення фактичного значення критерію по еталонному (стандартному):

$$B = \Phi : E \cdot 100 \quad (3.24)$$

B - бал ґрунту за вмістом гумусу (%), вологи (мм) чи поживних елементів (мг/кг);

Φ - активний вміст гумусу (%), вологи (мм) чи поживних речовин (мг/кг);

E - вміст гумусу (%), вологи (мм) чи поживних речовин (мг/кг) в еталонному ґрунті.

На щільність ґрунту (г/см^3) і кислотність вводяться відповідні поправочні коефіцієнти (додаток Г), які множаться на 100 і переводяться у 100 балів.

З усіх вирахованих у такий спосіб основних показників для цього ґрунту розраховують середньоарифметичний агрохімічний бал бонітету (всі бали за агрохімічною оцінкою додаються і діляться на кількість показників).

У такий спосіб переводять абсолютне значення ознаки у відносне. Але для цього потрібне обґрунтоване нормативне забезпечення основних (типових) ознак для визначення еталонного ґрунту.

Проведені дослідження, низка наукових публікацій вітчизняних і зарубіжних учених, узагальнення результатів наявних матеріалів з питань якісної оцінки ґрунтів, ґрунтово-агрохімічного, радіологічного та інших видів моніторингу сільськогосподарських земель дають змогу вже сьогодні запропонувати проектним установам і виробництву досить обґрунтовану систему показників еталонного ґрунту [32]. Зазвичай, за еталон (стандарт) прийметься оптимальне значення діагностичного показника, який оцінюється в 100 балів, що повністю відповідає одному з основних екологічних законів землеробства - закону оптимуму.

Стандарти (еталони) для мінеральних ґрунтів

Гумус: запаси в шарі 0 -100 см - 500 т/га; вміст у шарі 0-20 см - 6,2%.

Максимально можливі запаси продуктивної вологи в шарі 0-100см - 200мм.

Стандартами для елементів живлення є такі величини:

Макроелементи:

- для азоту - 225 мг/кг за Корнфілдом, 100 мг/кг - за Тюріним-Кононовою;
- для рухомого фосфору - 250 мг/кг за Кірсановим, 200 мг/кг - за Чириковим, 60 мг/кг - за Мачигінім;
- для обмінного калію - 170 мг/кг за Кірсановим, 200 мг/кг за Чириковим, 400 мг/кг за Мачигінім.

Мікроелементи:

- для некарбонатних і малокарбонатних ґрунтів (метод Пейве-Рінькіса): марганець – 71, цинк - 1,6, мідь 3,4, кобальт - 2,3, молібден - 0,71, бор - 0,23 мг/кг ґрунту;
- для карбонатних ґрунтів (метод Крупського-Олександрової): марганець - 21, цинк - 5,1, мідь - 0,51, кобальт - 0,31 мг/кг ґрунту[32].

Еталоном для забруднення ґрунтів цими токсичними речовинами можна вважати такий ґрунт, радіоактивне забруднення якого не перевищує

нормального природного фону. Максимально наближеними до еталону є ґрунти, на яких можна вирощувати екологічно чистий урожай, придатний для виробництва продуктів дитячого та дієтичного харчування.

Отже, усі вище наведені матеріали служать основою для визначення балів бонітету, складання оціночної шкали та паспортизації земель. Розрахунки виконують у такій послідовності. Для кожного діагностичного показника, що є одним з основних (типових) критеріїв, обчислюють бонітувальний бал як процентне відношення фактичного значення ознаки до стандарту (еталона). З усіх обрахованих у такий спосіб основних типових критеріїв для цього ґрунту розраховується як середньоарифметичний середній бал. Вирахуваний за основними критеріями середній бал корегується потім за допомогою модифікаційних критеріїв через поправкові коефіцієнти на негативні властивості ґрунту і на клімат.

Остаточний бал бонітету може бути визначений і способом послідовного множення вихідного бала на відповідні коефіцієнти поправок.

3.4.2 Нормативи агроекологічних умов вирощування сільськогосподарських рослин

У процесі нормування ґрунтово-кліматичних чинників керувалися принципом виділення трьох рівнів відповідальності екологічних умов потребам основних сільськогосподарських культур: 1 - оптимальні умови; 2 - допустимі (задовільні); 3 - незадовільні (погані) умови. Перший рівень відповідає таким умовам, за яких можна отримати на більшій екологічно чистій врожаї, за другим рівнем є загроза зниження врожайності на 20 - 30, за третім рівнем - до 50%. Інформація про потреби сільськогосподарських культур отримана з довідників, монографій, окремих статей, опублікованих картографічних матеріалів.

Під час нормування кожного з показників ураховували загальні потреби культур, уникаючи деталізації обліку комплексної дії чинників.

Потужність гумусового шару - це показник ефективного кореневмісного шару ґрунтів, у процесі нормування якого врахували таке: біологічні особливості будови кореневої системи окремих культур, потужність товщі, що забезпечує найвищий урожай культур, прийняті оцінки кореневмісного шару (ФАО) й потужності ґрунтів (США), формалізовані дані про потужність гумусової частини профілю ($H + H_p + Ph_k$), прийняті на Україні. Врахували також положення, визначене Р. Г. Дерев'янка та ін., про те, що зв'язок між урожаєм сільськогосподарських культур і потужністю досить тісний у межах від 30 о 90 см, а за більшої потужності - значно слабшає.

Найменшою потребою у глибокому гумусовому шарі відрізняється картопля, потім ідуть жито, овес, вимогливіші до цього показника цукровий буряк, озима пшениця, соняшник, ячмінь, кукурудза [33]. Льон - довгунець рекомендується вирощувати за потужності гумусового шару не вище 70 см, на глибоких і високо гумусних ґрунтах він зникає.

Гранулометричний склад ґрунту - визначається не тільки біологічними особливостями культур, але й іншими екологічними умовами. Наприклад, різними будуть оптимальні параметри гранулометричного складу в умовах вологого й сухого клімату, проте, як уже йшлося вище, прийнятий компромісний підхід: діапазони показників, Відповідних трьом названим вище рівням, універсальні для будь-якого клімату. Під час визначення нормативів використано розробки Н. А. Качинського (1958 р.), літературні дані про реакції сільськогосподарських культур, щодо гранулометричного складу; матеріали класифікації ґрунтів України, щодо придатності для обробітку сільськогосподарських культур (І. А. Розумний і ін., 1985р.).

Як показник гранулометричного складу прийняли співвідношення між вмістом фракцій фізичного піску ($>0.01\text{мм}$) і фізичної глини ($>0.01\text{мм}$). Ґрунти на початковій карті розділені на 6 класів, в яких це співвідношення відповідно рівне: 1 - 0,48 (глина легка); 2 - 0,90 (суглинок важкий); 3 - 1,66-1,85 (суглинок середній); 4 -3,0 (суглинок легкий); 5 - 5,66 (супісок); 6 -12,33

(пісок зв'язаний). У процесі нормування класи згруповані за рівнями відповідності.

Щільність звоження ґрунту в рівноважному стані - під час нормування скористалися в основному надрукованими працями В. В. Медведєва із співробітниками (1990р.) і наявними в них графіками залежності врожаїв сільськогосподарських культур від щільності ґрунту.

Реакція ґрунтового розчину (Ph) - у процесі нормування цього показника використано початкові матеріали про вплив кислотності ґрунту на рослини. Оптимальними умовами для озимої пшениці, ячменю, кукурудзи, цукрового буряка, соняшнику є ґрунти з реакцією, близькою до нейтральної або слаболужної. Для решти культур оптимум відповідає зниженим значенням Ph [34].

Нормування цього показника для культур проводило багато дослідників. Проте за наявності величезної кількості публікацій трудність їхнього аналізу полягає в тому, що одні автори використовували тільки Ph сольовий, інші водний, що призводить до великих розбіжностей в оцінці оптимуму. В цих випадках нам доводилося ухвалювати компромісні рішення.

Загальний уміст гумусу - інтегральний показник родючості ґрунтів, зв'язок його з урожаєм майже завжди має позитивний характер. Проте визначення, що збільшення вмісту гумусу вище 5% майже не супроводжується зростанням врожаю. В основу нормування покладено вимоги культур до родючості ґрунту, а також критерії ділення ґрунтів на слабо гумусні (< 3%), мало гумусні (< 3-6 %) і середньо гумусні (>6%), прийняті по Україні.

Уміст рухомого фосфору й калію - реакція сільськогосподарських культур на забезпеченість ґрунтів цими елементами неоднозначна. Вимогливіші до фосфору просапні культури, менш - зернові (М. Р. Жежель, Е. І. Пантелєєва, 1972р.) До обмінного калію вимогливіші коренеплоди, картопля, менш - зернові і льон.

У зв'язку з відмінністю в методах визначення та параметрах, прийнято доцільним картографування цих показників не в абсолютних значеннях, а за п'ятибальною шкалою, прийнятою в агрохім службі: дуже високий рівень забезпеченості - 5, високий - 4, помірний - 3, низький - 2, дуже низький - 1 [34].

Гідрометричні коефіцієнти Селянінова (ГТК) - за основу прийнята типізація умов зволоженості території України по ГТК за період з температурою повітря вище 10 °С за градацією: <0.7 - дуже посушливі; 0,7 - 1,0 посушливі; 1,0-1,3 - недостатньо вологі; 1,3-1,6 вологі; 1,6-2,0 - дуже вологі; >2.0 - надмірно вологі.

Потреба сільськогосподарських культур у теплі - нормування цього показника здійснюється за сумою активних температур вище 10 °С. Як оптимальні умови прийнята середньо багаторічна сума температур на територіях, де можливе вирощування пізньостиглих сортів, що дають високі врожаї, середньостиглих - задовільні, ранньостиглих - погані.

Запаси продуктивної вологи (ЗПВ) - нормування їх дано також за двома фазами зростання й розвитку сільськогосподарських культур. В основу покладено картографічні матеріали, опубліковані в довіднику, щодо запасів продуктивної вологи під основними сільськогосподарськими культурами, а також нормативні дані про критичні та оптимальні рівні ЗПВ у шарі 0-20 см на період посів - сходи і в шарі 0-100см на період формування генеративних органів.

Рівень ґрунтових вод (РГВ) і ступінь їхньої мінералізації - нормування цього показника проведене з урахуванням критичної мінералізації ґрунтових вод.

Вміст валових форм важких металів - в основу нормативної оцінки покладена гранично допустима концентрація (ГДК) важких металів у ґрунтах кларки для тих елементів, для яких ГДК не розроблено.

3.5 Методи оцінки забруднення ґрунтово-рослинного покриву Полтавської області пестицидами

3.5.1 Методика оцінки забруднення ґрунтово-рослинного покриву пестицидами

В процесі впливу людського суспільства на природне середовище джерелами забруднення природи є не лише промисловість і транспорт, а й сучасне сільськогосподарське виробництво з його високим рівнем хімізації.

Для оцінки забруднення ґрунтів пестицидами використовуються дані моніторингу стану ґрунтів на предмет вмісту в них пестицидів [35].

Комплексні показники впливу пестицидів на якість ґрунтів оцінюються через показник ГДН (гранично допустиме навантаження). Воно складається з ГДК, ГДР, ДЗК. Ці показники носять умовний характер, оскільки вони розроблені для опосередкованого типу ґрунту з типовими характеристиками. За реальних умов життєдіяльності людина може потрапити під дію як кількох хімічних речовин, так і однієї речовини, що надходить в організм різними шляхами – з повітря, води, їжі. Це називають комплексним впливом ксенобіотиків, тобто речовин антропогенного походження. Комбінований і комплексний вплив ксенобіотиків, залежно від рівня їх вмісту в природних середовищах, оцінюється інтегральним показником, який дістав назву максимально допустимого навантаження [36]. В основу цього поняття покладено оцінку середовища за окремими факторами, коли використовуються такі показники: гранично допустимі концентрації (ДК), гранично допустимі рівні (ГДР), допустимі залишкові кількості (ДЗК) тощо.

Якщо відсутні фактичні дані щодо вмісту пестицидів у ґрунті, їх кількість можливо встановити з урахуванням типу пестициду, типу ґрунту, типу рослинності і періоду внесення пестициду. Існує шкала оцінок рівня безпеки пестицидів (таблиця 3.1).

Таблиця 3. 1 – Шкала оцінок рівня безпеки пестицидів

Еколого-токсикологічні та гігієнічні показники	Клас небезпеки	Характеристика класу	Оціночні бали
Персистентність	1	До 1 місяця	2
	2	1-6 місяців	4
	3	0,5-2 років	6
	4	>2 років	8
Вплив на ґрунтові ферментативні процеси і біоту	1	Не впливає	0
	2	Впливає на одиничні процеси і популяції	1
	3	Впливає на декілька процесів і популяцій	2
Транслокація в культурні рослини	1	Не потрапляють	0
	2	Потрапляють, негативних реакцій немає	1
	3	Потрапляють в продукти переробки	2
	4		3
Міграція в ґрунтовому профілі, см	1	Не мігрує	0
	2	Мігрує до 15	1
	3	Мігрує до 50	2
	4	Мігрує в шарі більше 50	3
Реакція на інсоляцію	1	Піддається фотохімічному розкладу	0
	2	Не піддається	1
ДЗК, мг/кг	1	1,0	0
	2	1,0-0,1	1
	3	0,1-0,01	2
	4	0,01	3
	5	0,0	4
ПДК для ВОДОЙМ, мг/л	1	1,0	0
	2	1,0-0,1	1
	3	0,1-0,01	2
	4	0,01	3
	5	0,0	4

Продовження таблиці 3.1

Порогова концентрація у воді, мг/л	1	0,1	0
	2	0,1-0,01	1
	3	0,01-0,001	2
Вплив на органолептичні характеристики продуктів врожаю	1	Не погіршує	0
	2	погіршує	1
Токсичність	1	Не токсична	0
	2	Концентрація	1
	3	нижче ПДК	2
	4	Концентрація рівна ПДК	3
Токсичність для вищих теплокровних, мг/кг	1	Концентрація більше ПДК	3
	1	1000	1
	2	201-1000	2
	3	50-200	3
4	50	4	

3.5.2 Моделювання динаміки забруднення ґрунтів пестицидами

Одним із найважливіших підходів до визначення та інтегральної оцінки впливу пестицидів на здоров'я населення є вивчення динаміки їх поширення і трансформації в різних середовищах, у тому числі в ґрунтах.

Теоретичною моделлю розчинення, перенесення, поглинання й розпаду пестицидів у ґрунтах у разі одновимірного руху розчину в пористому середовищі є рівняння дифузії:

$$m \frac{\partial u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - V \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial b}{\partial t} - \alpha u + f(x), \quad (3.25)$$

де $D = DM + \lambda |V|$ - дифузійна складова;

α – коефіцієнт швидкості розпаду пестициду;

U – концентрація пестициду в розчині;

V - швидкість фільтрації;

db/dt – швидкість розчинення пестициду у воді;

$f(x)$ - функція поглинання пестициду кореневою системою.

Для квазістаціонарного випадку, коли V не залежить від x і $m_0 = \text{const}$, швидкість фільтрації розраховується за умови

$$\frac{\partial V}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \quad (3.26)$$

Кінетику процесу розчинення і розпаду можна описати рівнянням першого порядку:

$$\frac{\partial b}{\partial t} = v(U_M - U) - k_1 b, \quad (3.27)$$

де k_1, v – константи розпаду в твердій фазі (в сухих ґрунтах);

U_M - концентрація насичення;

b - концентрація пестициду в твердій фазі ґрунтів.[10]

3.5.3 Еколого - токсикологічна класифікація пестицидів за комплексом факторів

Для компетентного добору найдоцільніших пестицидів необхідно користуватися зональною оцінкою їх відповідності.

Згідно з даною класифікацією пестициди належать до однієї з трьох груп небезпечності за комплексом факторів, а саме:

$$F(\sum \mu(x_i)) = \begin{cases} 3 \text{ (малонебезпечні), якщо } \sum_{i=1}^N \mu(x_i) \leq 13; \\ 2 \text{ (середньонебезпечні), якщо } 13 < \sum_{i=1}^N \mu(x_i) \leq 21; \end{cases}$$

$$1 \text{ (небезпечні)}, \text{ якщо } \sum_{i=1}^N \mu(x_i) > 21.$$

Виходячи з даної моделі, проведено класифікацію і опис основних пестицидів, а також розроблено тактику їх застосування. Безпечність використання хімічних засобів досягається за умови виконання двох вимог: необхідно, щоб продукти харчування і корм для тварин не містили залишків токсичних речовин у кількості понад гігієнічні нормативи ДЗК; не допускати нагромадження залишків пестицидів у навколишньому середовищі. Стосовно тактики використання рекомендуються насамперед пестициди третьої еколого токсикологічної групи і лише в разі, якщо за токсичністю або персистентністю вони непридатні для успішної боротьби зі шкідниками, слід використовувати препарати першої та другої груп [37].

Для того, щоб не допустити вмісту пестицидів, вищого за ДЗК, треба враховувати час від початку обробки до запланованого строку збирання врожаю і застосовувати препарати, період детоксикації яких менший від гігієнічного нормативу часу розпаду пестициду до безпечних концентрацій. Нагромадження пестицидів в об'єктах навколишнього середовища, не буде допущено, якщо застосовувати пестициди з таким розрахунком, аби нові надходження їх у ґрунт і рослини не перевищували темпів їхнього хімічного й біологічного розпаду.

Особливо жорсткі вимоги слід виконувати під час добору пестицидів на зрошуваних землях та в рисових сівозмінах, де забороняється скидання дренажних вод у водоймища, якщо вміст пестицидів перевищує ГДК. Санітарними правилами заборонено застосування всіх пестицидів на відстані до 300 м. Від водоймищ санітарно – побутового використання; залежно від нахилу сільськогосподарських полів у бік водоймища захисна зона збільшується до 500м.

3.5.4 Особливості впливу пестицидів на навколишнє середовище

Важливе значення має боротьба з грибковими захворюваннями, шкідниками с/г рослин та бур'янами, які завдають значної шкоди сільському господарству. Так, потенційні щорічні втрати врожаю у світі можуть складати 75 млрд. доларів або 34,9 % врожаю, в тому числі від шкідників рослин – 13,8 %, хвороб – 11,6%, бур'янів – 9, 5%. Крім того, захисту від шкідників потребують свійські тварини. Незважаючи на всі існуючі біологічні методи боротьби із шкідниками тварин і рослин, вони є вкрай неефективні, за виключенням боротьби із тлею. Тому найбільш ефективним методом у боротьбі з хворобами і шкідниками рослин, а також бур'янами, є хімічний метод, що забезпечує надійний захист врожаю і є високо економічним [38].

Відкриття хімічних засобів захисту рослин і тварин є одним із важливіших досягнень сучасної науки і економічний ефект від застосування пестицидів є надзвичайно великий. Так, в країнах як Африки та інших, які практично не використовують пестициди, врожайність рису, в середньому, складає 17 ц/га. Економічну ефективність використання пестицидів підтверджують такі факти: в США одна людина, що зайнята в сільському господарстві, у 1850 році могла, крім себе, забезпечити с/г продукцією 4 міських жителів, в 1940 році – 11 жителів, 1974 році – 55 жителів, 1990 році – 104 жителя, 2000 році – 130 жителів. Підрахунки, які проведені фахівцями у США показують, що без широкомасштабного використання пестицидів, врожайність с/г рослин знизилась би на 50% , а кількість продукції тваринництва (м'яса, молока, вовни) – на 25%. Все це говорить про те, що людство на сьогоднішньому етапі свого розвитку, не може відмовитись від хімізації сільського господарства. Особливо це відчутно в період демографічного вибуху, коли проблема харчових ресурсів є надзвичайно гострою.

Пестициди – загальна назва хімічних речовин, що застосовуються для

боротьби з небажаними видами рослин, тварин та мікроорганізмів. Згідно з офіційним документом (Пестициди) [38]. Терміни та визначення. ДСТУ 3180-95. Держстандарт України, Київ, 1996) до пестицидів відносяться речовини (суміш речовин) хімічного або біологічного походження, що використовуються для боротьби з організмами, які завдають шкоди сільськогосподарським культурам або запасам сільськогосподарських продуктів, для знищення небажаної рослинності, збудників хвороб і переносників хвороб тварин і рослин, а також для регулювання розвитку організмів.

Пестициди за дією на шкідників поділяються на такі групи: гербіциди-засоби знищення бур'янів, інсектициди – засоби для боротьби зі шкідливими комахами, нематоциди – засоби для знищення черв'яків, фунгіциди-засоби для боротьби з грибними і вірусними захворюваннями, бактерициди-засоби для винищення збудників хвороб та ін. Отруйні та відстрашувальні препарати, що застосовуються задля обкурювання сільгоспугідь, тваринних дворів і побутових споруд, називають фумігантами, а речовини, які відстрашують тварин-репелентами. Окрім того, застосовуються дефоліанти-засоби для видалення листя [39].

Найбільш поширеними препаратами є інсектициди, фунгіциди і гербіциди. В той же час видно, що спектр використання пестицидів є широким і, до класу пестицидів, можуть належати речовини різної хімічної природи.

Серед органічних пестицидів, які найбільш широко використовуються на практиці, набули поширення фосфорорганічні сполуки, хлорорганічні сполуки, синтетичні перетроїти, похідні сечовини, карбамінової, оцтової і масляної кислот.

Хлорорганічні пестициди, які одержують, здебільшого, хлоруванням ароматичних вуглеводнів, були першими органічними пестицидами. Вони використовувались і для захисту рослин, і в ветеринарії і, навіть, в медицині. Більшість цих препаратів відносяться до середньо-токсичних сполук, хоча

цей клас містить і високо отруйні речовини, наприклад, альдрин та диальдрин.

Хлорорганічні пестициди виявляють, переважно, загальнотоксичну дію і вони мають дві особливості, що робить їх вкрай небезпечними для довкілля. По – перше, вони надзвичайно стійкі і, для більшості з них, період метаболізму перевищує 10-20 років. Наприклад, метаболіти ДДТ, який вже не використовується з початку 80-х років 20 століття, можна виявити і сьогодні на орних площах. По – друге, хлорорганічні пестициди внаслідок малої розчинності у воді володіють низькою здатністю до міграції в довкіллі, але внаслідок високої розчинності в жирах - володіють здатністю до біоаккумуляції [40]. Вони накопичуються переважно в жирах тварин. Пестициди цього класу дедалі більш рідко використовуються. Найбільш поширеними пестицидами цього класу є ДДТ, ліндан, каптан тощо. Фосфорорганічні пестициди володіють високою біологічною активністю, контактною і системною дією, і тому більшість цих препаратів – високотоксичні речовини. Їх дія базується на блокуванні ферментів холін естераз, які відповідають за передачу нервових імпульсів в живих організмах. Тому фосфорорганічні пестициди практично не накопичуються у об'єктах довкілля [40]. До пестицидів цього класу належать метафос, тіофос, хлорофос, фталофос, фозалон тощо. Дуст являє собою тонкі порошковидні препарати, які складаються із основної діючої речовини і наповнювача. Як наповнювач використовуються хімічно інертні речовини такі, як тальк, каолін, гіпс, крейда тощо. Як препаративна форма дусту втрачають свої позиції, але вони дозволяють, на відміну від чистого препарату, легко дозувати пестициди. Дустами опилують рослини або обробляють тварин, але їх виготовляють тільки на заводах. Це зумовлено тим, що при їх виготовленні доводиться мати справу з концентрованими препаратами пестицидів, що являє небезпеку для людей.

Безумовно, сполуками зазначених класів органічних речовин не обмежується число пестицидів, які використовуються, але це найбільш

поширені класи пестицидів.

В таблиці 3.2 представлені деякі види поширених пестицидів.

Таблиця 3.2- Характеристики деяких поширених пестицидів

Назва пестициду	Призначення препарату	Дані по токсичності і нормуванню речовини
Хлорорганічні пестициди		
ДДТ – 4,4 - дихлордифенілтрихлоретан	Інсектицид контактної дії	ЛД ₅₀ = 150 – 200 мг/кг; ГДК _в = 0,1 мг/дм ³ (сан.-токс); Харчові продукти – від 0,005 до 1,0 мг/кг.
Альдрин – 1,2,3,4,10,10 - гексахлор – 1,4, 4а, 5,8,8а- гексагідро- 1,4- ендоекзо – 5,8 -диметанофтальін	Контактний інсектицид широкого спектру дії	ЛД ₅₀ = 39 – 60 мг/кг; ГДК _в = 0,002 мг/дм ³ (органолептичний); Харчові продукти – не допускається
Фосфорорганічні пестициди		
Метафос – 0,0 – дим етил -0- (нітрофеніл) тіофосфат	Контактний інсектицид широкого спектру дії	ЛД ₅₀ = 24 – 100 мг/кг; ГДК _в = 0,002 мг/дм ³ (органолептичний); Харчові продукти – не допускається
Трифлорметафос -3- 0-метил – 0- етил – 0 – (2,4,5 - трифлорфеніл) тіофосфат	Системний інсектицид	ЛД ₅₀ = 50 - 670 мг/кг; ГДК _в = 0,4 мг/дм ³ (органолептичний); Харчові продукти – до 1,0 мг/кг
Сим – триазини		
Симазин – 2 – хлор – 4,6 – біс – сим - триазин	Гербицид системної дії	ЛД ₅₀ = 330 - 850 мг/кг; ГДК _в = не допуск. (органолептичний); Харчові продукти – до 0,5 мг/кг.
Прометрин– 2 – метилтіо- 4,6-біс-сим-триазин	Гербицид системної дії	ЛД ₅₀ = 600 - 1050 мг/кг; ГДК _в = 3,0 мг/дм ³ (органолептичний); Харчові продукти – до 0,3 мг/кг
Похідні карбамінової кислоти		
Севін– 1– нафтіл – п – метилкарбамат	Інсектицид контактної дії	ЛД ₅₀ = 540 - 5000 мг/кг; ГДК _в = 0,1 мг/дм ³

		(органолептичний); Харчові продукти – не допускається
--	--	---

Механізм дії пестицидів достатньо складний і залежить від їх хімічної природи, їх фізико – хімічних властивостей та біологічних особливостей клітин організмів, з якими контактує препарат. Безумовно, внаслідок біологічної активності, пестициди тим чи іншим чином можуть негативно впливати і на корисні організми, тому важливо знати поширення пестицидів у довкіллі. Цей фактор, перед усім, залежить від способу використання пестицидів. Спосіб використання пестицидів залежить від препаративної форми пестициду і його призначення.

Пестициди використовуються в різних препаративних формах, але найчастіше у вигляді дустів, гранульованих препаратів, суспензій, емульсій, аерозолів. Фуміганти використовуються лише в закритих приміщеннях, наприклад, обробка складських приміщень. Від препаративної форми пестициду в значній мірі залежить ступінь забруднення об'єктів природного середовища [41].

Гранульовані препарати являють собою гранули пористого інертного носію з розвинутою поверхнею наприклад, мінерали: каолін, бентоніт тощо, які просочені основним діючим препаратом. Така препаративна форма сприяє повільному надходженню пестициду у довкілля і, крім того, гранули легше транспортувати, що є причиною менших втрат пестицидів при транспортуванні. Але така препаративна форма має свої обмеження, зокрема ефективна лише для ґрунтових шкідників.

Суспензії – це завесь твердих частинок пестициду у воді, що виготовляється із порошків, які змочуються.

Аерозолі являють собою суміш повітря з дрібними краплями розчину пестициду або твердими частинками пестициду. Аерозолі виготовляють в спеціальних апаратах – аерозольних генераторах і, як правило, обробку аерозолями проводять з літаків. Цей спосіб забезпечує швидку обробку

значних площ, що надзвичайно важливо в період масового нашестя шкідників.

При неправильному використанні пестицидів можуть вражатись рослини, при цьому змінюється колір листя, на них з'являються плями бурого або коричневого кольору, листя стає кучерявим і жорстким. При ураженні рослин проходять глибокі фізіологічні зміни в транспірації, фотосинтезі, водному обміні, ферментативних реакціях. При сильних отруєннях можлива загибель рослин [42].

Норми витрат пестицидів визначаються необхідною кількістю отрути на одиницю площі. В процесах використання дозволяється поєднання декількох інсектицидів, інсектицидів з фунгіцидами тощо. Це дозволяє проводити боротьбу з кількома шкідниками одночасно.

Світове виробництво пестицидів щороку зростає. Так, якщо у 1975 році воно складало 1,6 млн. тонн, то в 2000 році – 2,7 млн. тонн основними виробниками і споживачами пестицидів є розвинуті країни. Асортимент застосовуваних пестицидів в різних країнах значно різниться: у США - понад 1000 найменувань, в Німеччині – понад 700, у Франції – понад 500, а в Україні – близько 110. Це дещо загострює проблему наповнення нашого споживчого ринку закордонними продуктами харчування, адже якщо нормування якихось речовин в харчових продуктах не проводиться, то вони і не контролюються при сертифікації. Це являє певну небезпеку.

Нажаль, висока біологічна активність більшості пестицидів зумовлює і їх згубний вплив на навколишнє природне середовище, тому проблема захисту довкілля від пестицидів є актуальною.

Норма використання пестицидів на 1 га в середньому в світі 0,3 кг. Якщо світове виробництво прийняти за 100%, то на частку гербіцидів припадає 40%, інсектицидів-35, фунгіцидів-15, інших пестицидів-10%.

При характеристиці пестицидів особливо часто використовується як токсикологічний показник LD_{50} – доза середня летальна ефективна, яка спричиняє загибель 50% стандартної групи тварин при певному терміні

такого спостереження; при введенні токсикантів в шлунок до 50 мг/ кг- сильнодіючі речовини, 50-200- високотоксичні, 200-1000-помірнотоксичні, більше за 1000 мг/кг – малотоксичні [42].

За способом потрапляння в організм, пестициди поділяють на кишкові, контактні, фумигантні та системні, і це позначається на способі їх використання тобто препаративній формі. Пестициди кишкової дії проникають в організм через систему харчування. Наприклад, такі препарати вражають комах з гризучими та висмоктуючи - лижучими ротовими апаратами. Пестициди контактної дії здатні руйнувати зовнішні покриви організмів, проникати в організм і, часто, вражати органи дихання. Такі препарати при контакті з будь – якою ділянкою тіла здатні вражати організм в цілому. Фумигантні препарати вражають організм через дихальну систему і вони часто використовуються в замкнених просторах, адже вимагають підтримки постійної концентрації фумиганта, яку важко забезпечити на відкритих ділянках [43].

Пестициди є типовими екотоксикантами. У цей час в світі зареєстровано більше ніж 1500 пестицидів, але для живих організмів особливу небезпеку становлять ХОП (ДДТ і його метаболіти, метафос, треф лан та ін.) і ФОП.

Особливості пестицидів: 1) У більшості випадків вони мають широкий спектр токсичного впливу як на види рослин, так і види тварин; 2) пестициди завжди токсичні для теплокровних хребетних; 3) пестициди завжди застосовують проти популяцій; 4) площі застосування пестицидів значні; 5) багато пестицидів зберігаються у землі роками (період розпаду становить від кількох місяців до декількох десятків років).

Пестициди погано мігрують у водних розчинах через погану розчинність. Одним із основних фізичних факторів, які визначають поведінку пестицидів у ґрунті, є сорбція їх ґрунтовими частинками. Сортувальні властивості ґрунту залежать від його складу, вогкості та температури. З підвищенням температури відбувається десорбція пестицидів.

Використання пестицидів регламентується законодавством в усіх

країнах. ГДК деяких хімічних речовин у ґрунтах України у мг/кг ґрунту з урахуванням фону: ДДТ і його метаболіти -0,1, карбофос-2, хлорофос – 0,5.

Крім характеристики забруднення ґрунтів в одиницях ГДК, оцінка ступеня їх забрудненості проводиться за ГОСТ 17.4.3.06-86, згідно з якими ґрунти класифікуються як: сильно забруднені, в яких вміст ЗР у декілька разів перевищує ГДК; середньо забруднені, в яких вміст ЗР перевищує ГДК, але без явних змін властивостей ґрунту; слабо забруднені, в яких вміст ЗР не перевищує ГДК.

За даними американських учених кожного тижня до організму людини надходить близько 1 мг пестицидів[44].

Деякі пестициди здатні до міграції в природному середовищі: з ґрунту вони потрапляють у води поверхневого та підґрунтового стоку, донні відклади водойм, атмосферу, а через продукти рослинного і тваринного походження – в організм людини (рисунк 3 .1).



Рис.3.1 Схема міграції пестицидів у навколишньому середовищі

Надмірне застосування пестицидів завдає шкоди довкіллю, включаючи тварин та людину. Не шкідливих для людини пестицидів не існує. Багато з них завдають вираженої канцерогенної та мутагенної дії.

Потрапляючи з продуктами харчування до організму людини, пестицидні препарати можуть спричинити низку захворювань: алергію (ГХЦГ, цінеб), дерматит (гранозан), бронхіальну астму (фосфорорганічні сполуки). Деякі фосфор – та хлорорганічні пестициди характеризуються ендокринною та канцерогенною дією.

У районах з інтенсивним застосуванням пестицидів відбувається зміна чисельності та видового складу комах, птахів, ссавців, особливо мешканців ґрунту. Вже зараз відомо понад 800 видів комах, нечутливих до інсектицидів. Швидко зростає стійкість бур'янів до гербіцидів, грибкових захворювань, що поширюються, - до фунгіцидів [45].

За наявними даними, лише 1-3 % фунгіцидів та інсектицидів досягають мети, лише 5 – 40 % гербіцидів знищують бур'яни. Залишки пестицидів потрапляють у ґрунт, водойми, атмосферу. Хімічна промисловість продовжує виготовляти морально застарілі та малоефективні пестициди, що характеризуються тривалою токсичною дією (табл.1.2). Іноземні компанії завозять і реалізують в Україні значну кількість пестицидів, не завжди найкращої якості. До того ж методи визначення залишкової кількості цих засобів захисту рослин в ґрунтах, рослинах і продукції відстають від впровадження нових методів їх хімічного синтезу. Залишкові їх кількості потрапляють як до рослинницької продукції, так і до питної води. Пестициди здатні накопичуватися в живих тканинах [46]. Інтенсивне застосування гербіцидів у агроценозах Литви призвело до скорочення видового складу тварин ґрунту з 150 до 5 домінуючих видів, стійких до отрутохімікатів.

Всі пестициди уповільнюють розчинення фосфатів у ґрунті. Використання гербіцидів під попередні культури та накопичення їх у ґрунті супроводжуються ще одним негативним явищем – пригніченням, а нерідко і загибеллю чутливих культур, що вирощуються наступними в сівозміні. Це

найчастіше проявляється у разі внесення гербіцидів під кукурудзу (атразину, симазину, ленацилу) в концентраціях від 0, 0085 до 13, 0 млн⁻¹. В таблиці 3.3 представлена токсична дія пестицидів. Відомо, що пестициди піддаються біодеградації, якщо хімічні препарати не пригнічують активності ґрунтової біоти і не порушують її функцій

Мікроорганізми ґрунту розкладають від 10 до 70% пестицидів, але вони спричиняють і накопичення в природі деяких продуктів розкладу, що є більш токсичними, ніж вихідний препарат[47].

Нераціональне застосування пестицидів в сільському господарстві призводить до акумуляції їх в ґрунтах, сільськогосподарській продукції і водах.

Таблиця 3.3 - Токсична дія пестицидів (за даними FAO, 1972)

Інсектицид	Тривалість, роки	Гербіцид	Тривалість, міс.
Токсафен	6	2-4-Д	6
Гептахлор	9	Діурон	16
Альдрін	9	Симазин	17
ДДТ	10	Антразин	17
ГХЦГ	11	Гордон	19
Хлордан	12	Монуорон	36

Таким чином, пестициди забруднюють ґрунт не властивими йому сполуками, пригнічують його біологічну активність, породжують небезпеку порушення складу популяцій біоценозів і пригнічення корисної фауни ґрунту, виникнення популяцій шкідників, стійких до пестицидів; спричиняють небезпеку масової появи мутацій, що порушують генетичну чистоту високопродуктивних сортів, погіршують якість сільськогосподарської продукції, породжуючи небезпеку інтоксикації тварин і людини.

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА СТАН АГРОЦЕНОЗІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

4.1 Аналіз сучасного стану ґрунтів Полтавської області

Для оцінки сучасного стану забруднення пестицидами ґрунтово – рослинного покриву Полтавської області були опрацьовані дані про вміст деяких видів пестицидів у ґрунтово – рослинному покриві по районах за період 2010-2016 р. На рисунку 4.1 представлена - динаміка порушеності ґрунтів Полтавської області за період 2010-2016 р



Рис. 4.1 - Динаміка порушеності ґрунтів Полтавської області за період 2010-2016 р

На рисунку 4.1 розміщена діаграма використання порушених ґрунтів і родючого шару Полтавської області за період 2010-2016 рр. Можна побачити, що найбільших порушень ці ґрунти отримала в 2010р. і

порушеність складала – 0,6тис.га, та у 2012р -0,46тис.га. У 2011 порушеність ґрунтів складала 0,1тис.га. У 2013-2016 використання порушених ґрунтів в Полтавській області не досягала 0.1 тис.га. На рисунку 4.2 зображено динаміку відпрацьованих ґрунтів Полтавської області за період 2010-2016 р

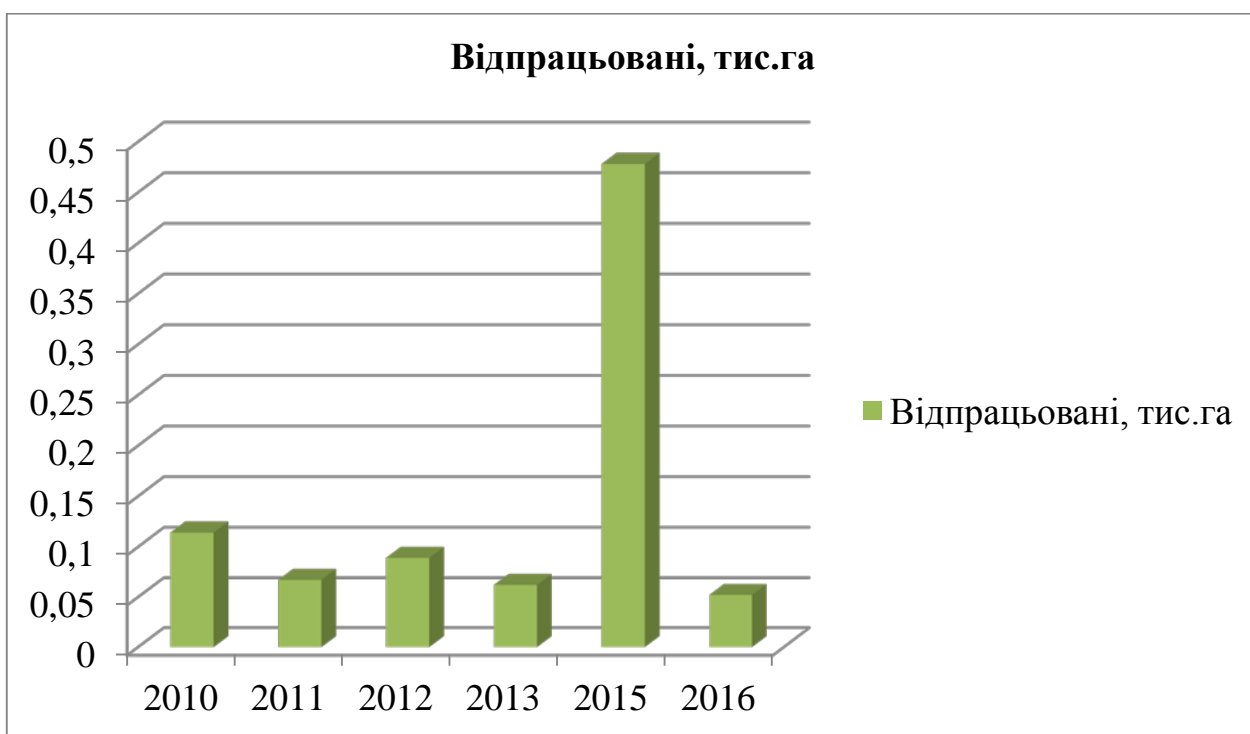


Рис. 4.2 - Динаміка відпрацьованих ґрунтів Полтавської області за період 2010-2016 р

На рисунку 2.2 розміщена діаграма динаміки відпрацьованості ґрунтів Полтавської області за період 2010-2016 рр. Можна побачити, що найбільша кількість відпрацьованих ґрунтів була в 2015р і відпрацьовані ґрунти склали – 0,46тис.га, та у 2010р -0,1тис.га. Так у 2011 було відновлено 0,075тис га ґрунтів. У 2013 та в 2016 було відпрацьовано 0,05тис.га ґрунтів. З рекреаційною і профілактичною метою ґрунти відновлюють значно рідше і лише в окремих випадках за неможливістю іншого використання. На рисунку 4.3 представлена динаміка рекультивованих ґрунтів Полтавської області за період 2010-2016 р.

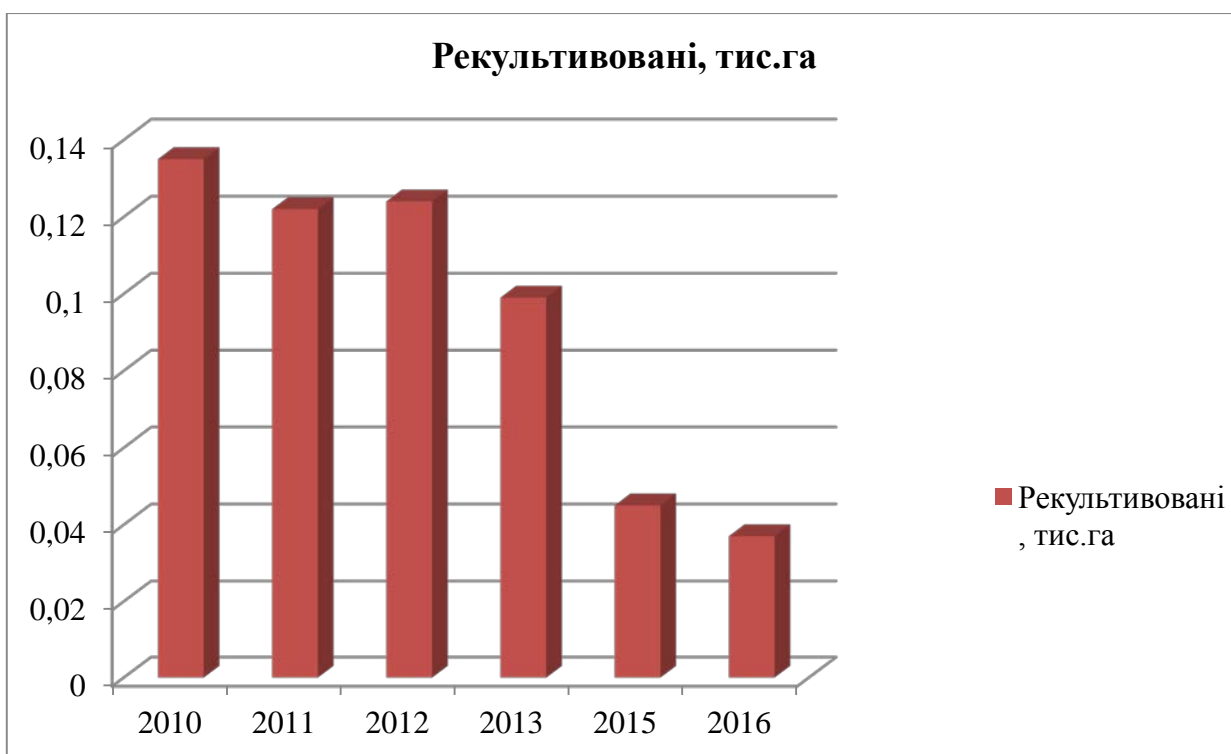


Рис. 4.3 - Динаміка рекультивованих ґрунтів Полтавської області за період 2010-2016 р.

На рисунку 4.3 розміщена діаграма динаміки рекультивованих ґрунтів Полтавської області за період 2010-2016 рр. Можна побачити, що найбільша кількість рекультивованих ґрунтів була в 2010р і рекультивовані ґрунти склали – 0,13тис.га, та у 2012р -0,12тис.га. Так у 2013 були рекультивовані 0,1тис. га ґрунтів. У 2015 та в 2016 було відпрацьовано менше 0,05тис.га ґрунтів.

4.2 Оцінка еколого - агрохімічного стану сільськогосподарських угідь Полтавської області

Полтавська область належить до одної з основних за виробництвом сільськогосподарських культур. Сприятливі кліматичні та ґрунтові умови створюють умови для отримання високих та стійких врожаїв сільськогосподарських рослин. Нажаль, при використанні хімічних засобів

захисту рослин та сучасних методів вирощування у ґрунт потрапляють велика кількість забруднювальних елементів, які у подальшому накопичуються у ґрунтах і їх остаточні кількості погіршують якісні характеристики врожаю сільськогосподарських рослин. Тому, у рамках роботи проведена еколого - агрохімічна оцінка ґрунтів Полтавської області ґрунтів за декількома методиками. На рисунку 4.4 зображується динаміка характеристики ґрунтів за вмістом гумусу %

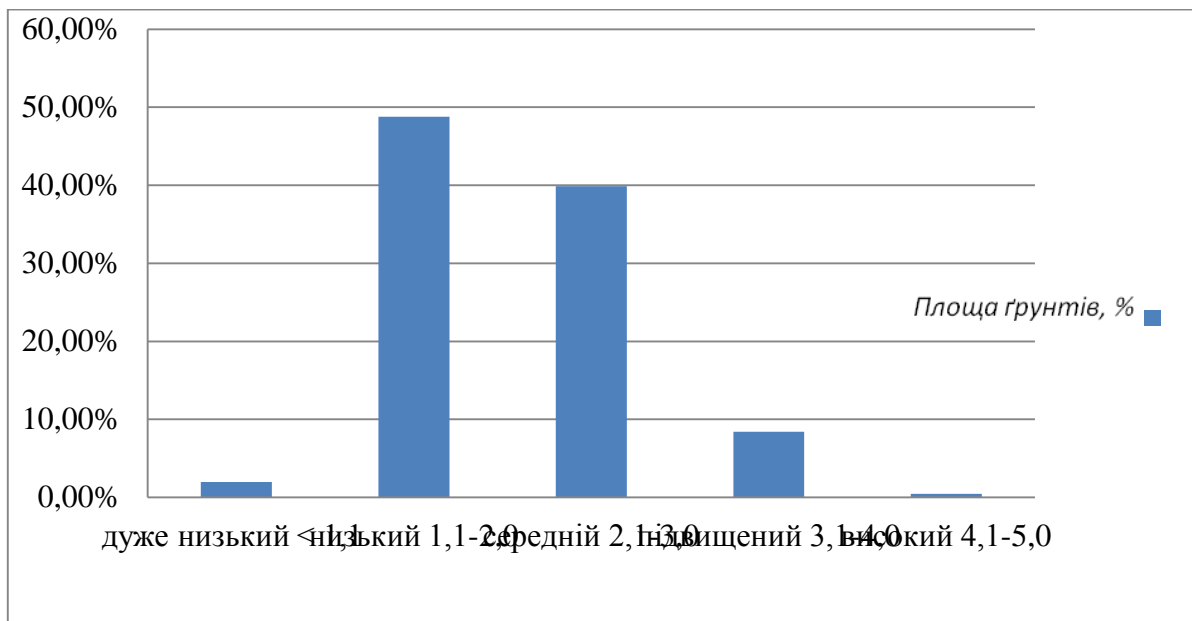


Рис. 4.4 – Динаміка характеристики ґрунтів за вмістом гумусу %

З рисунку 4.4 можна зробити висновок, що 48 % площі ґрунтів Полтавської області за вмістом гумусу - низькі і гумус складає від 1.1 до 2.0%. Ще 40% ґрунтів Полтавської області за вмістом гумусу є середніми і гумус складає від 2.1 до 3.0%. За підвищеним вмістом гумусу знаходяться лише 8 % всіх ґрунтів Полтавської області і вміст гумусу в цих ґрунтах складає від 3.1 до 4.0%. За вмістом гумусу менш ніж 1.1% - дуже низькі ґрунти Полтавської області складають лише 3% . На рисунку 4.5 графічно зображено динаміку внесення органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур на 1 га (тонн)

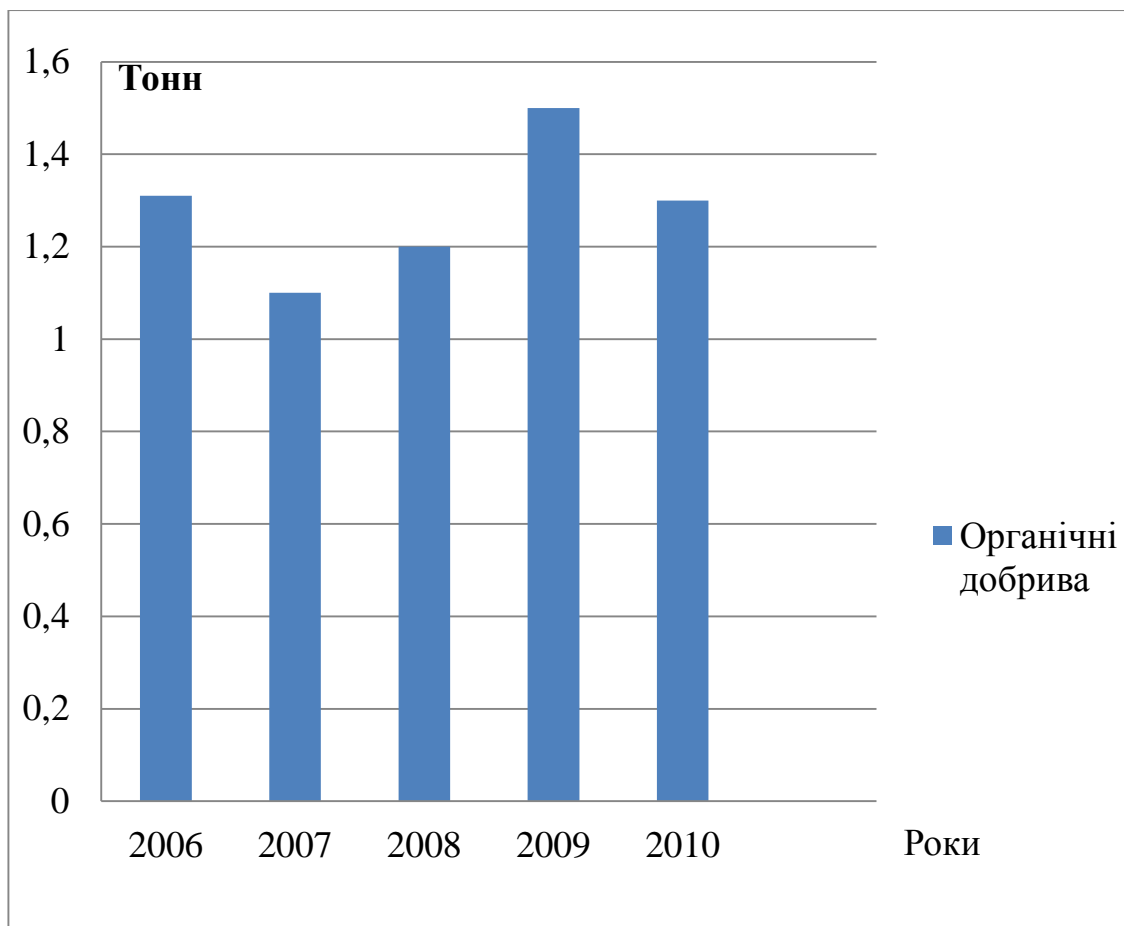


Рис.4.5-Динаміка внесення органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур на 1 га (тонн)

З рисунка 4.5 можна спостерігати як протягом 5 років з 2006 по 2010 змінюється динаміка внесення органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур в умовах Полтавської області. На основі динаміки можна зробити висновок , що на протязі цих років значних коливань у нормах внесення органічних добрив не спостерігалось (середня норма склала 1,3 тонни на гектар. На рисунку 4.6 представлена динаміка внесення мінеральних добрив під посів сільськогосподарських культур (на 1 га посівної площі, кг)

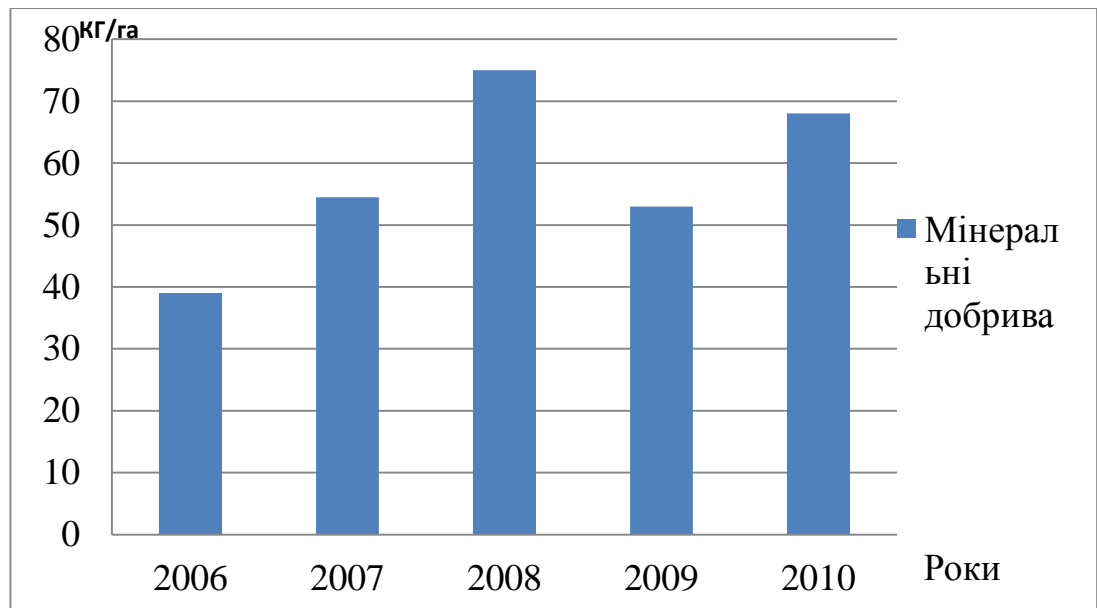


Рис. 4.6 - Динаміка внесення мінеральних добрив під посів сільськогосподарських культур (на 1 га посівної площі, кг)

На рисунку 4.6 спостерігається внесення мінеральних добрив в сільськогосподарські ґрунти Полтавської області на протязі 2006-2019 років. У 2008 році внесення мінеральних добрив сягає максимуму і складає 75кг/га, також у 2010 році внесення добрив складає - 68 кг/га. У цілому за ці роки внесення мінеральних добрив не сильно змінюється.

На рисунку 4.7 зображено площі ґрунтів полтавської області із забезпеченістю рухомим фосфором. За даними ІХ туру агрохімічного обстеження, 83,2 тис. га (7,7 %) обстежених угідь були низько забезпечені фосфором, 324,8 тис. га (30,4 %) мали середній вміст рухомих фосфатів, 416,9 тис. га (39 %) – підвищений, 172,1 тис. га (16,1 %) – високий і 72,8 тис. га (6,8 %) – дуже високу забезпеченість фосфором.

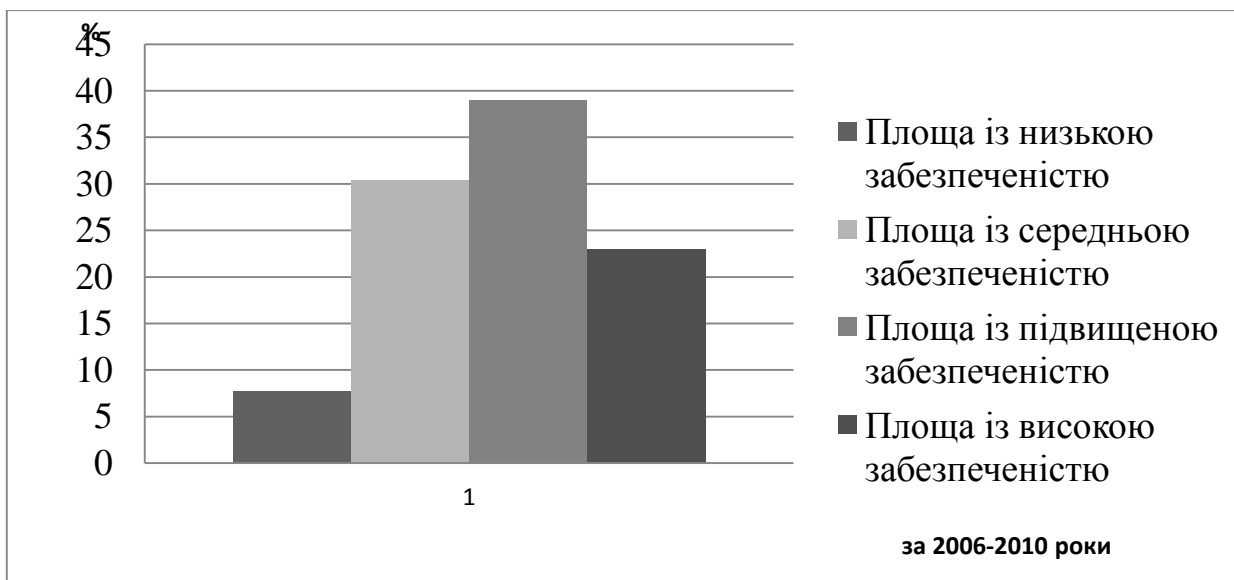


Рис. 4.7 - Розподіл по класах забезпеченості ґрунтів Полтавської області рухомими формами фосфору

На рисунку 4.8 зображено розподіл площ по класах забезпеченості ґрунтів Полтавської області обмінними формами калію

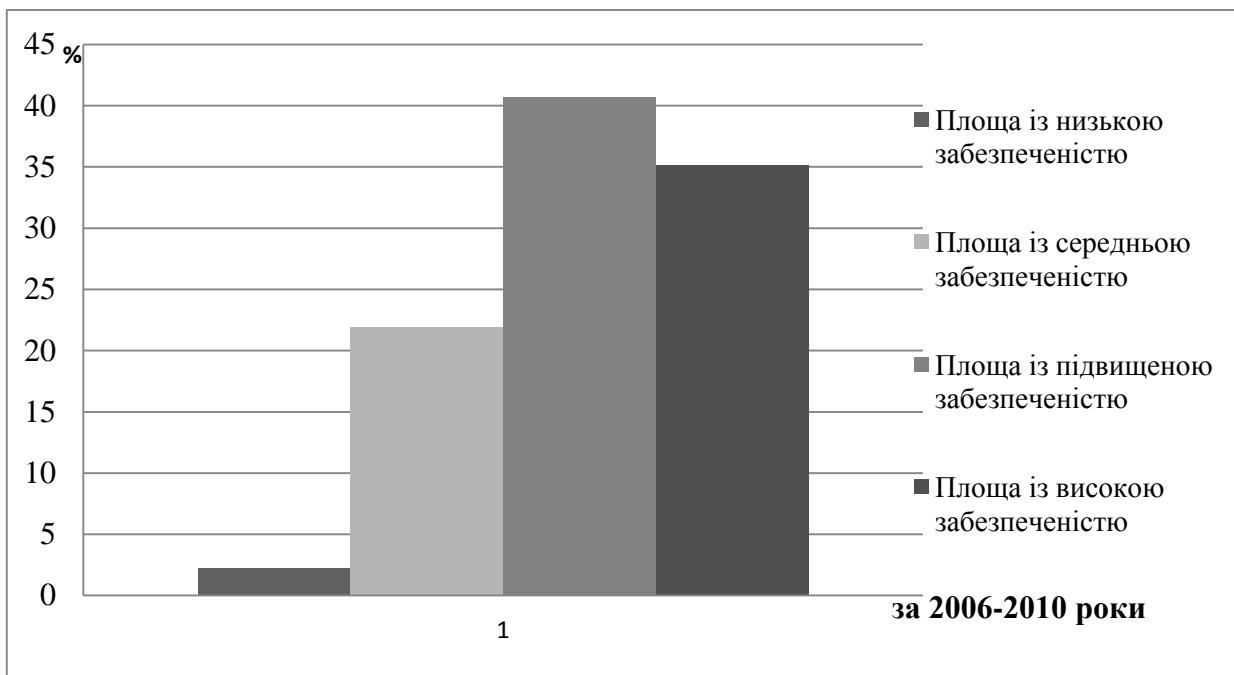


Рис. 4.8- Розподіл площ по класах забезпеченості ґрунтів Полтавської області обмінними формами калію\

На рисунку 4.8 зображено площі ґрунтів Полтавської області із забезпеченістю обмінними формами калію. За даними ІХ туру агрохімічного

обстеження 2,2 % обстежених угідь були низько забезпечені калієм, 21,9% мали середній вміст обмінних форм калію, 40,7% – підвищений, 35,2% – високе забезпечення обмінними формами калію.

4.3 Аналіз забруднення агроценозів Полтавської області важкими металами

Згідно ДСТУ 17.4.1.02-83 за ступенем небезпеки хімічні речовини, що забруднюють ґрунтовий покрив, підрозділяють на 3 класи: 1 – високо небезпечні, 2 – помірно небезпечні, 3 – мало небезпечні (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – 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

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 (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – 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

На основі цих показників розроблені чотири критерії ступеня забруднення ґрунтів і вод органічними і неорганічними речовинами: слабкий, середній, сильний і дуже сильний (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – 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
1ПДК - K_{\max}	дуже сильно забруднена	сильно забруднена	середнє забруднена
2 фона – ПДК	слабко забруднена	слабко забруднена	Слабко забруднена

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 (табл. 4.4).

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

Однак всі ґрунти сільськогосподарського використання, включаючи ступінь їх забруднення хімічними речовинами, можна умовно розділити на 4 типи: сильно-, середньо-, слабо та мало забруднені.

Таблиця 4.4 – Сільськогосподарські джерела забруднення ґрунтів важкими металами, стосовно Полтавської області

Елемент	Надходження важких металів, мг/кг сухого ґрунту				
	Фосфорні добрива	Вапнування	Азотні добрива	Органічні добрива	Пестициди
Cd	10-100	0,04-0,1	0,5-5	0,3-0,7	-
Cu	10-150	10-50	1-10	2-60	15-40
Hg	0,1-1,0	0,05	0,5-2,0	0,1-0,2	1-30
Ni	10-30	10-20	10-30	20-30	-
Pb	10-150	50-300	10-20	-	15-40
Zn	100-400	10-300	10-40	-	5-20

Оцінити ґрунти сільськогосподарського використання за ступенем забруднення хімічними речовинами можна та такими категоріями: 1 – допустима; 2 – помірно небезпечна; 3 – високо небезпечна; 4 – надзвичайно небезпечна (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Принципова схема оцінки ґрунтів сільськогосподарського використання за ступенем забруднення хімічними речовинами

Категорія ґрунтів по ступеню забруднення	Сумарний показник забруднення (Zс)	Забрудненість відповідно ГДК	Можливе використання ґрунтів	Необхідні заходи
1. Допустима	<16,0	Перевищує фоновий, але не більше ГДК	Можна використовувати під будь-які культури	Здійснення заходів по зниженню доступності токсикантів для рослин
2. Помірно небезпечна	16,1-32,0	Не нище ГДК по транс-локаційному показнику	Можна використовувати під любі культури при умові контролю якості продукції рослинництва	Заходи аналогічні катег.1. Проводиться контроль за вмістом цих речовин в поверхневих і підземних водах
3. Високо небезпечна	32,1-128,0	Перевищує фонове, але не перевищує ГДК при транс локаційному показнику	Використовують технічні культури без одержання із них продуктів	Контроль за вмістом токсикантів в рослинах, які використовують в якості продуктів
4. Надзвичайно небезпечна	>128,0	Вміст хімічних речовин в ґрунті вище ГДК по всім показникам	Виключають із сільськогосподарського використання	Контроль за вмістом токсикантів в ґрунті, атмосфері, воді

За допомогою наведеної методики у наступному розділі буде дана оцінка ґрунтів сільськогосподарського використання за ступенем забруднення хімічними речовинами [17]. В таблиці 4.6 надаються дані про параметри для розрахунку рівня забруднення сільськогосподарських рослин різними видами важких металів.

Таблиця 4.6 – Параметри для розрахунку рівня забруднення сільськогосподарських рослин різними видами важких металів

Види важких металів	Поглиняльна здібність коріння, м/с ²	Концентрація у ґрунті, мг/кг	Радіус кореня
Мідь Cu	0,000028	0,74	0,0105
Цинк Zn	0,000025	3,30	0,01
Кадмій Cd	0,00003	0,13	0,023
Свинець Pb	0,000005	1,38	0,025
Ртуть Hg	0,00011	0,0037	0,025

За допомогою вище наведеної математичної моделі та даних про вміст важких металів у ґрунтах сільськогосподарського призначення у Полтавській області буде розраховано швидкість надходження важких металів у сільськогосподарські рослини.

У табл. 4.7 наведено середній вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області).

Таблиця 4.7 – Середній вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

Назва пестицидів	Вміст ЗКП, мг/кг					ГДК, мк/кг
	2010р.	2011р.	2012р.	2013р.	2014р.	
Свинець	0,003	1,36	1,39	1,44	1,44	6,0
Кадмій	0,02	0,17	0,14	0,157	0,16	0,7
Ртуть	0,001	0,02	0,015	0,012	0,012	2,1

З таблиці видно, що найбільші значення за досліджуваний період спостерігаються у 2012 році по свинцю і ртуті, у 2011 по кадмію. Найменше значення по свинцю, кадмію і ртуті спостерігається у 2010р. У табл. 4.8 наведено максимальний вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

Таблиця 4.8 – Максимальний вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

Назва пестицидів	Вміст ЗКП, мг/кг					ГДК, мк/кг
	2010р.	2011р.	2012р.	2013р.	2014р.	
Свинець	0,012	4,69	5,17	4,42	4,56	6,0
Кадмій	0,07	0,57	0,61	0,54	0,49	0,7
Ртуть	0,0042	0,03	0,03	0,03	0,03	2,1

З таблиці видно, що найбільші значення за досліджуваний період спостерігаються у 2012 році по свинцю і кадмію, у 2010 по ртуті. Найменші значення спостерігаються по всім трьом показникам у 2010р.

У табл. 4.9 наведено мінімальний вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

Таблиця 4.9 – Мінімальний вміст у ґрунтах важких металів

Назва пестицидів	Вміст ЗКП, мг/кг					ГДК, мкг/кг
	2010р.	2011р.	2012р.	2013р.	2014р.	
Свинець	0,001	0,4	0,56	0,58	0,58	6,0
Кадмій	0,003	0,06	0,04	0,07	0,05	0,7
Ртуть	0,0005	0,01	0,01	0,01	0,01	2,1

З таблиці видно, що найбільші значення за досліджуваний період спостерігаються у 2013 році по свинцю і кадмію, по ртуті спостерігаються однакові значення у 2011р., 2012р., 2013р., 2014р. Найменші значення по всім трьом показникам у 2010р. На рисунку 4.9 зображено мінімальний вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

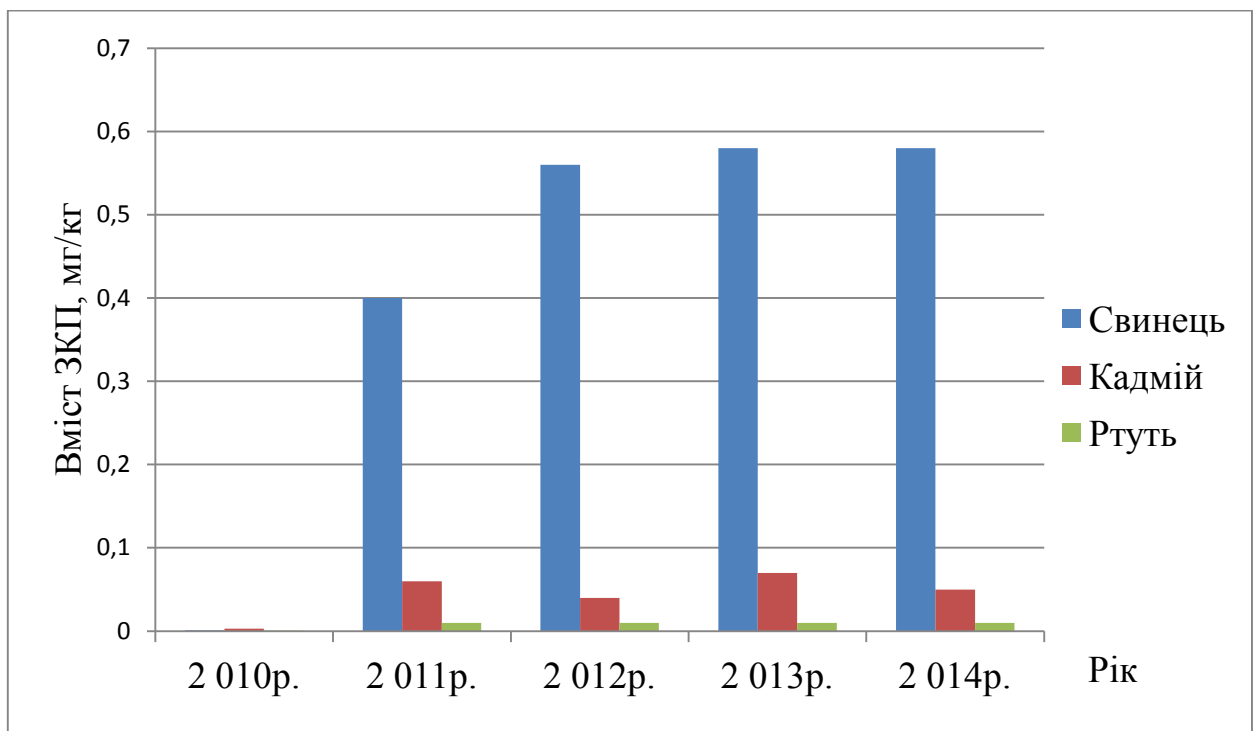


Рис. 4.9-Мінімальний вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

З рисунка 4.9 можна зробити висновок, що свинець за вмістом ЗКП у 2010 році має найменше значення і збільшується з 2011 року по 2014 рік. Кадмій також найменше значення має у 2010 році, найбільше значення у 2013 році. І вже в 2014 році значення кадмія знову знижується. Значення ртуті за вмістом ЗКП у 2010 році має найменше значення, а на протязі 2011 по 2014 не змінює своїх значень і дорівнює 0,01 мг/кг

На рисунку 4.10 надається графік середнього вмісту у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

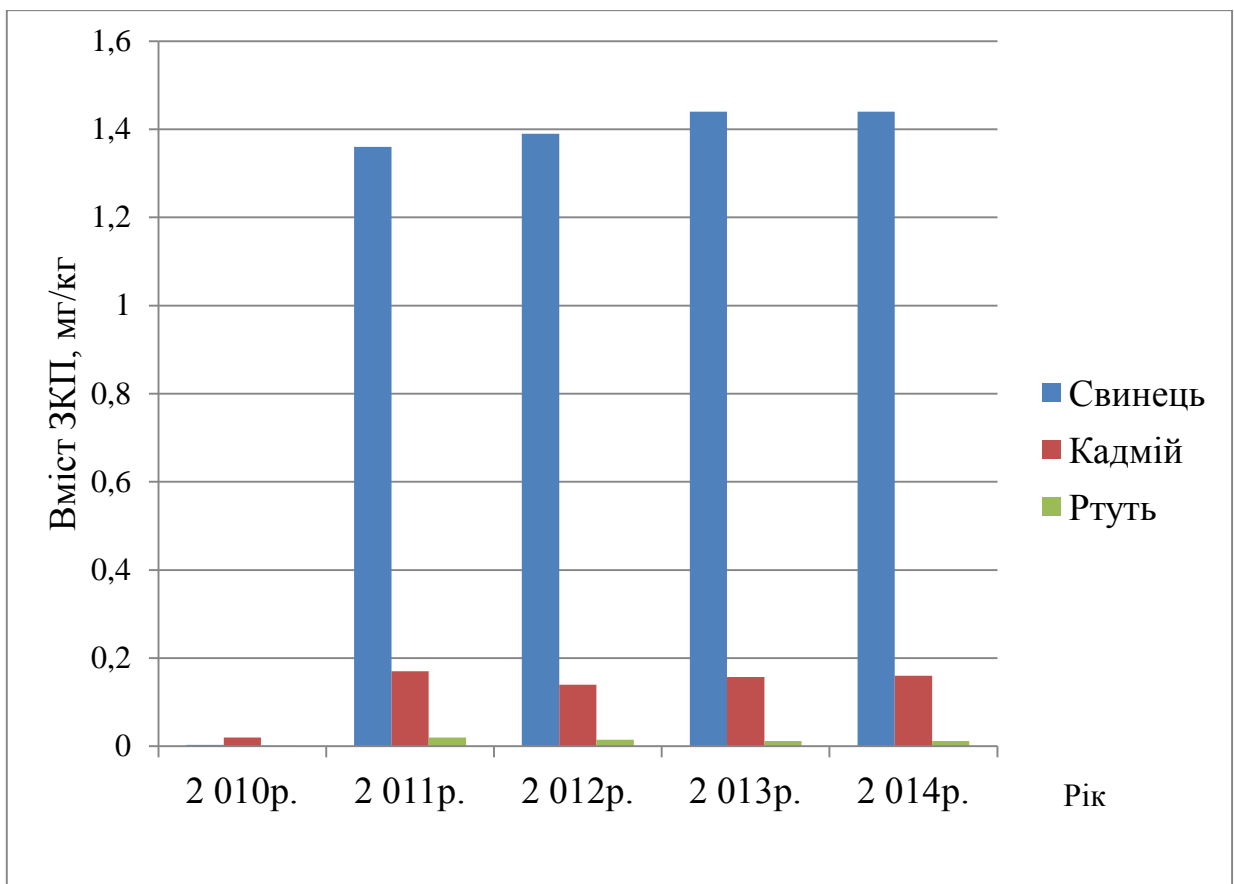


Рис. 4.10 - Середній вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

На рисунку 4.10 можна спостерігати динаміку змін середнього вмісту залишкових кількостей важких металів. Значення свинцю, кадмію та ртуті не перевищують норми ГДК. Свинець у 2010 році має найменше

значення 0.003 мг/кг. З 2011 по 2013 рік значення свинцю зростає до 1.44 мг/кг і вже в 2014 році не змінює значення і залишається 1,44 мг/кг. Значення кадмію у 2010 році має найменше значення і дорівнює 0,02 мг/кг. Найбільше значення кадмію досягає у 2011 році і становить 0,17 мг/кг. У 2012 та 2014 році значення кадмію знов зменшується і досягає відповідно 0,14 мг/кг та 0,16 мг/кг. Значення ртуті також у 2010 році має найменше значення і становить 0,001 мг/кг. До 2011 року значення ртуті зростає до 0,02 мг/кг а з 2011 по 2014 роки це значення спадає до 0,012 мг/кг. На рисунку 4.11 зображено максимальний вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

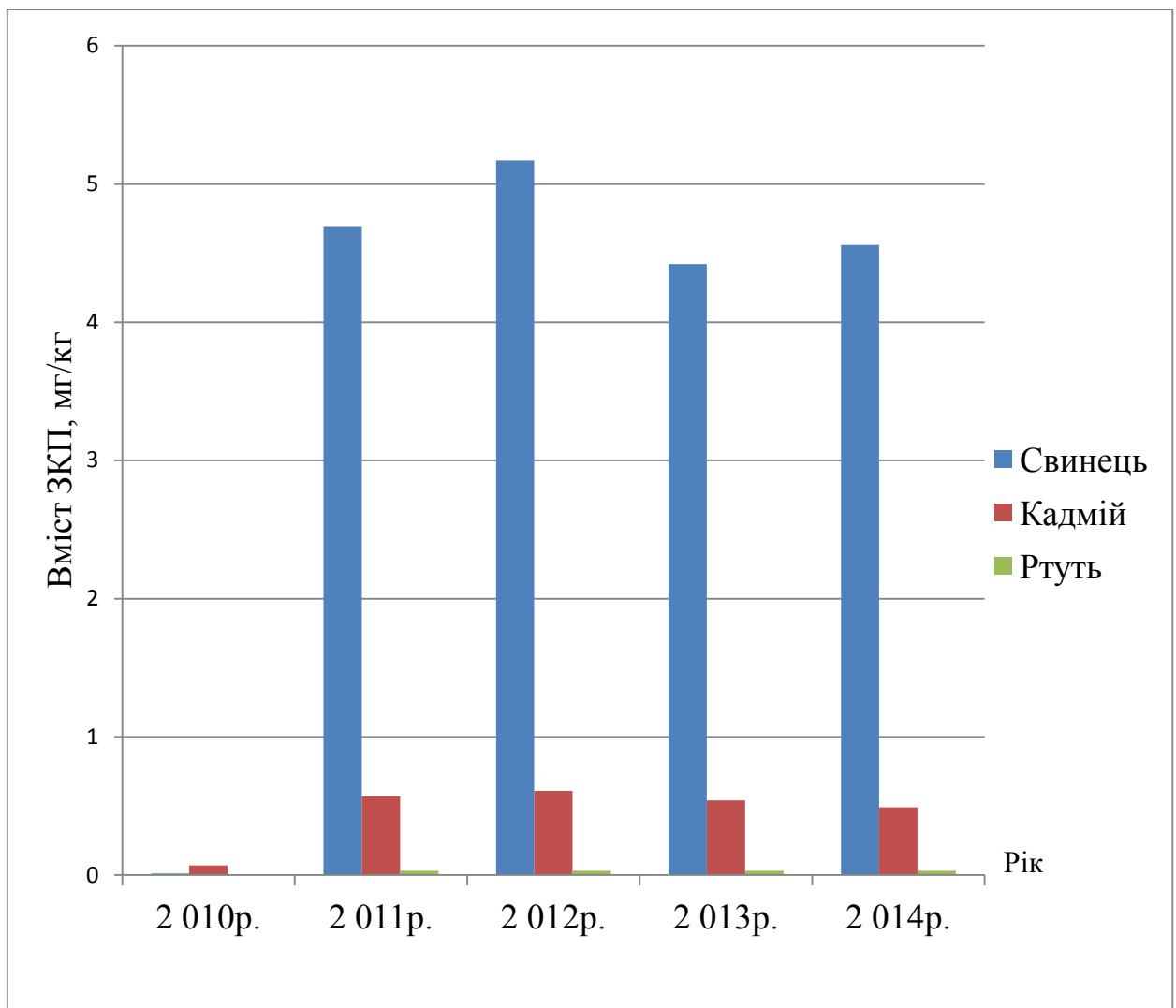


Рис.4.11 - Максимальний вміст у ґрунтах залишкових кількостей важких металів (всього по області)

Значення свинцю, кадмію та ртуті не перевищують норми ГДК. Свинець у 2010 році має найменше значення 0,0012 мг/кг. З 2011 по 2012 рік значення свинцю зростає до 5,17 і набуває свого максимуму але не перевищує ГДК із значенням 6,0 мг/кг і вже в 2013 році значення зменшується до 4,42мг/кг і збільшуються у 2014 році до 4,56 мг/кг. Значення кадмію у 2010 році має найменше значення і дорівнює 0,07 мг/кг . Найбільше значення кадмію досягає у 2012 році і становить 0,61 мг/кг, але не перевищує норми ГДК із значенням 0,7мг/кг. У 2013 та 2014 році значення кадмію знов зменшується і досягає відповідно 0,54 мг/кг та 0,49 мг/кг. Значення ртуті також у 2010 році має найменше значення і становить 0,0042 мг/кг. До 2011 року значення ртуті зростає до 0,03 мг/кг та до 2014 року не змінює свого значення.

До важких металів, які підлягають обов'язковому вивченню, відносять свинець, кадмію, цинк і ртуть. Важкі метали належать до I класу небезпеки, їх понаднормативний вміст негативно впливає на ріст і розвиток рослин, якість продукції та сировини, і, опосередковано, на здоров'я людини.

За допомогою наведеної вище формули було виконано оцінку вмісту найбільш токсичних важких металів в рослинній продукції. Вміст важких металів у рослинній продукції наведено в рис.4.12 - рис.4.15.

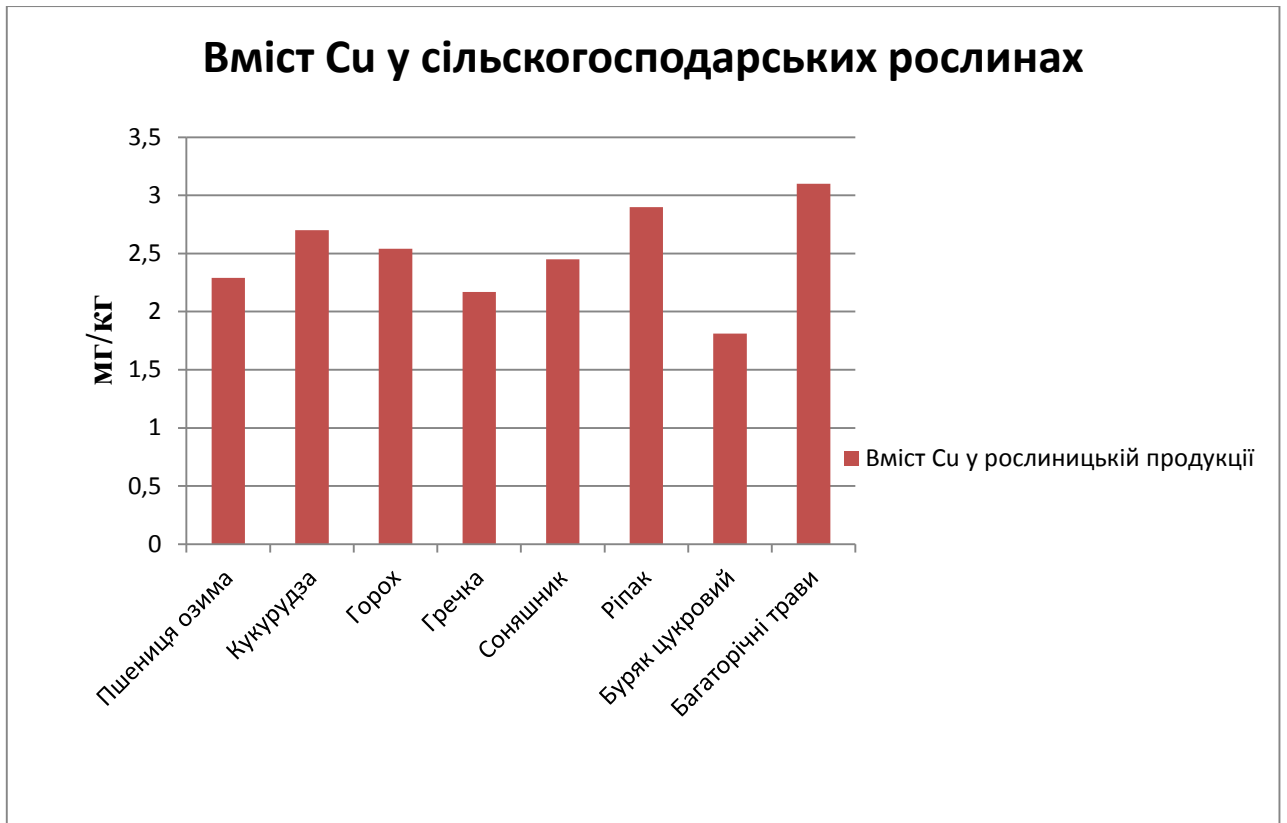


Рис. 4.12 - Вміст Cu у сільськогосподарських рослинах

Як видно з рисунку, найбільше Cu потрапляє в такі сільськогосподарські культури як , багаторічні трави, ріпак, соняшник, горох, а найменше цукровий буряк та гречка.

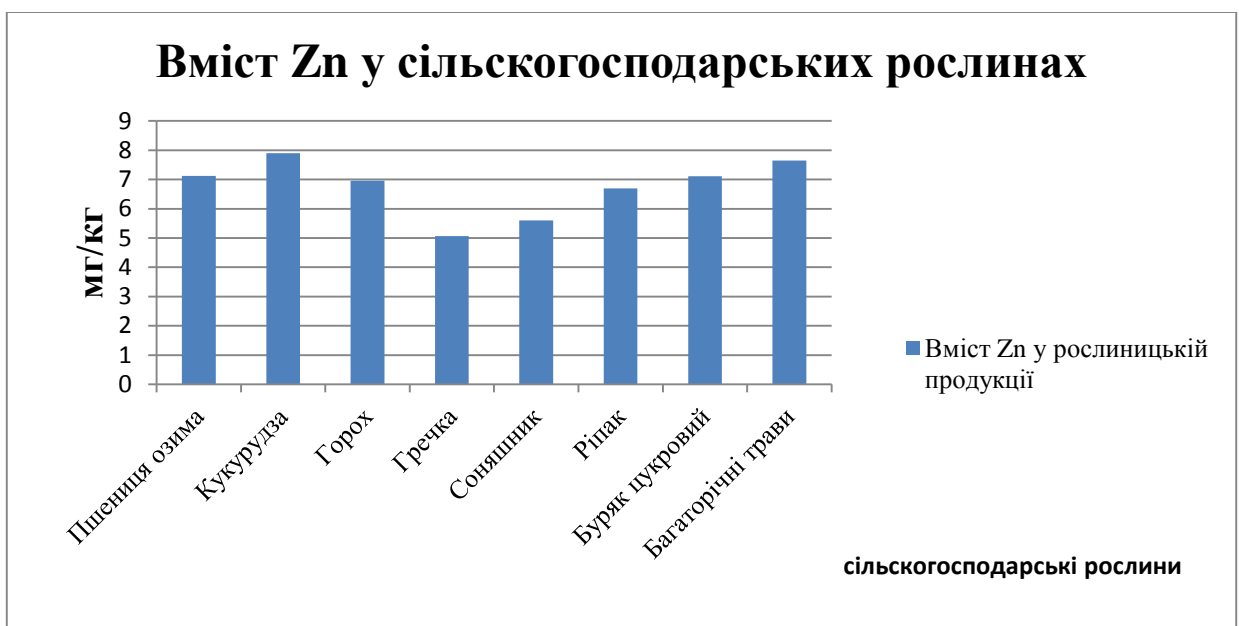


Рис. 4.13 - Вміст Zn у рослинницькій продукції

Щодо Zn, то максимальний його вміст спостерігається в кукурудзі, озимій пшениці, багаторічних трава, цукровому буряці, а мінімальні в гречці та соняшнику.

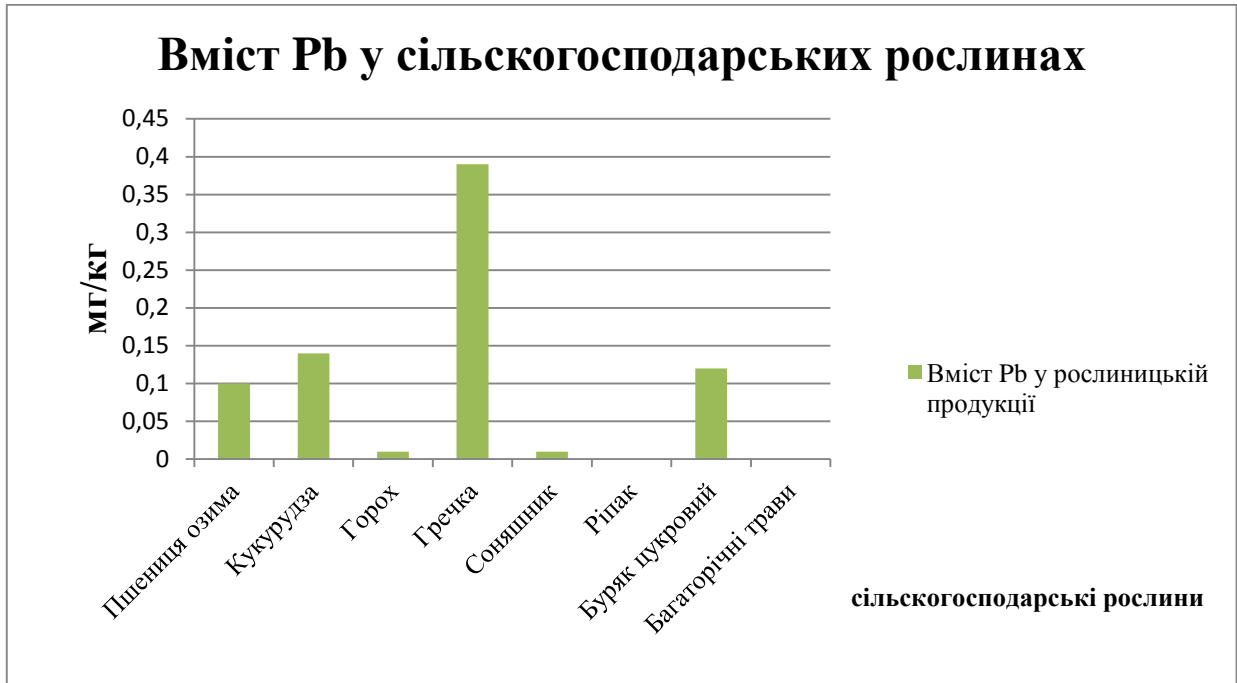


Рис. 4.14 - Вміст Pb у рослинницькій продукції

Вміст Pb спостерігається в гречці на дуже високому рівні, в пшениці, кукурудзі та цукровому буряку, а в таких культурах як горох, соняшник, ріпак та багаторічні трави Pb був не виявлений, або був виявлений на дуже малому рівні.



Рис. 4.15 - Вміст Cd у рослинницькій продукції

Найбільший вміст Cd було виявлено в кукурудзі, мінімальний вміст у озимій пшениці, а в ріпаку його виявлено взагалі не було. В цукровому буряку та багаторічних травах Cd виявлено на рівні 0,01 мг/кг, в гречці та Соняшнику на рівні 0,02 мг/кг.

4.4 Оцінка стану забруднення ґрунтово-рослинного покриву Полтавської області пестицидами

Для оцінки сучасного стану забруднення пестицидами ґрунтово – рослинного покриву Полтавської області були опрацьовані дані про вміст деяких видів пестицидів у ґрунтово – рослинному покриві за період 2010-2014 р.

Залишкові кількості у зразках ґрунту відібраних на моніторингових ділянках в кількостях, що перевищують ГДК не виявлено. На рисунку 4.16 зображено порівняння вмісту пестицидів у ґрунті за 2010 рік.

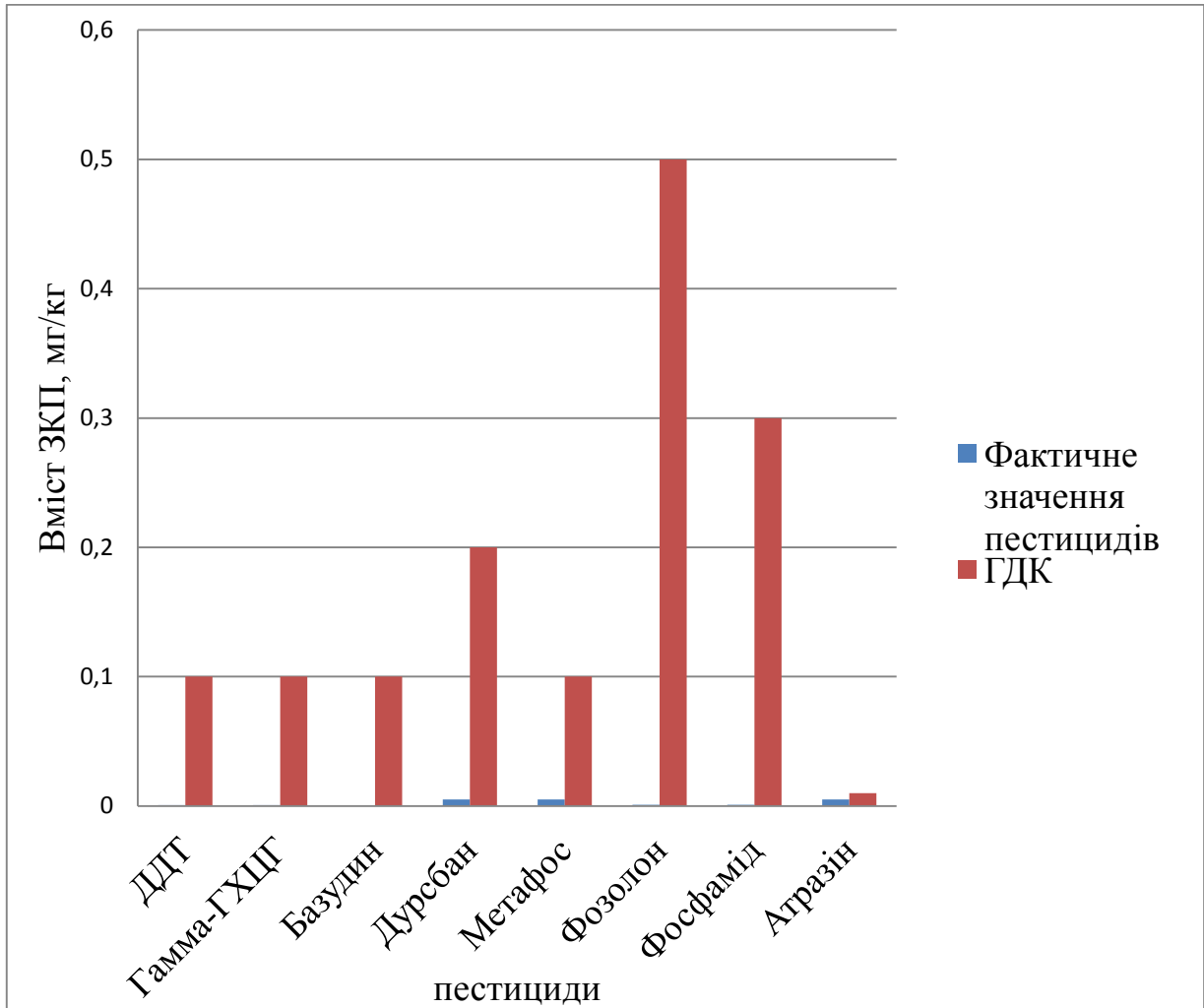


Рис.4.16 - Порівняння вмісту пестицидів у ґрунті з ГДК у 2010 році

На рисунку 4.16 діаграма відображає, що у 2010 році фактичне(мінімальне) значення пестицидів, які знаходяться у ґрунтах Полтавської області, значно нижче ніж ГДК. Це свідчить про те, що ґрунти не забруднені пестицидами. Всього проаналізовано 80 проб, з них не виявлено забруднених.

Вміст пестициду у ґрунті на протязі цього періоду був на рівні $< 0,0004$ мг/кг, лише такі пестициди як фозалон і фосфамід досягли до $< 0,001$ мг/кг, а дурсбан і симазин $< 0,005$ мг/кг.

Порівняння вмісту пестицидів у ґрунті з ГДК за 2011 рік зображено на рисунку 4.17.

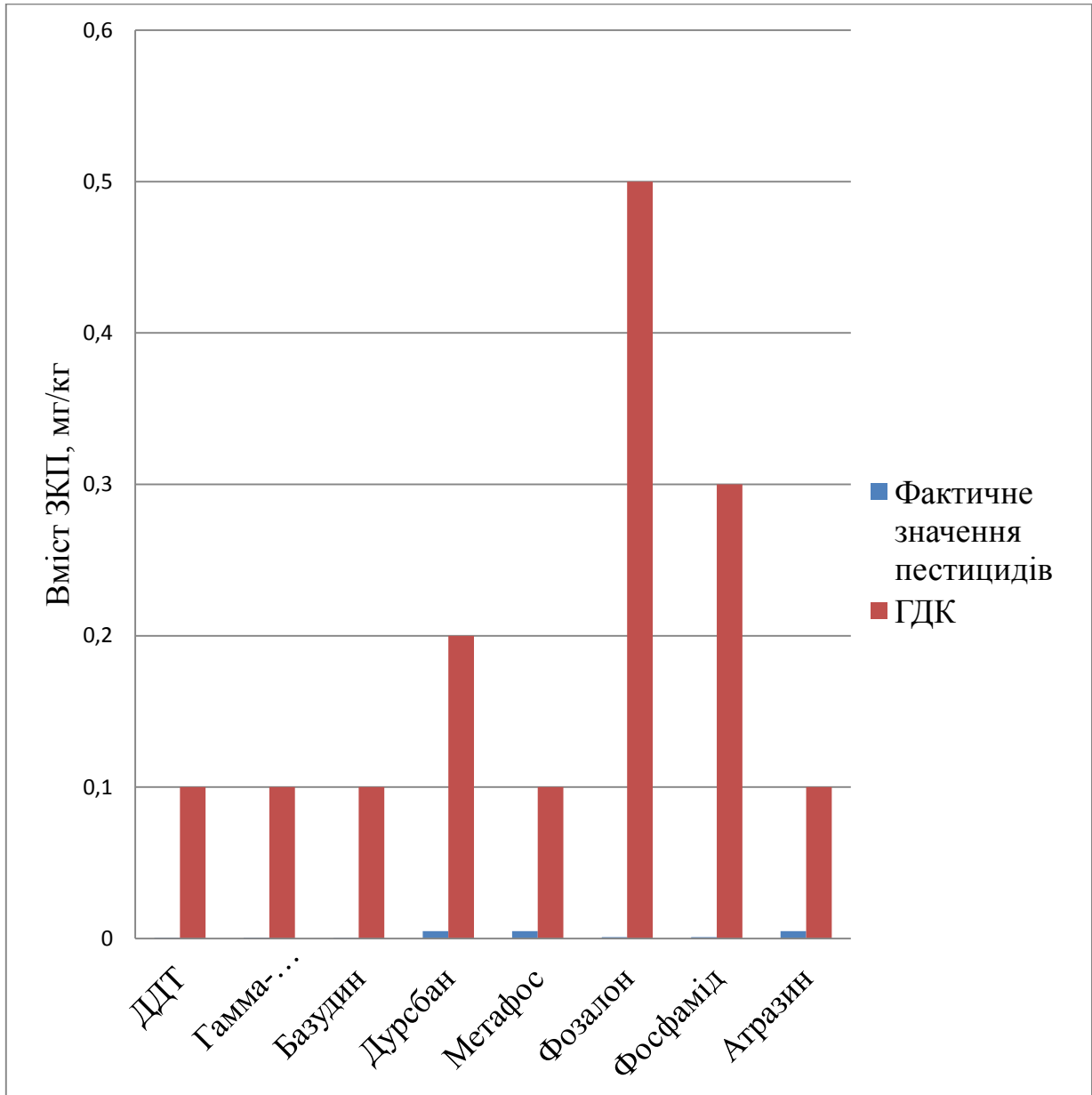


Рис.4.17- Порівняння вмісту пестицидів у ґрунті з ГДК у 2011 році

З рисунка 4.17 бачимо, фактичний (мінімальний) вміст пестицидів у ґрунтах Полтавської області не перевищує значень ГДК. Було проаналізовано 80 спроб, з яких забруднених не виявлено.

Такі пестициди як фозалон і фосфамід досягли значень $0,001\text{ мг/кг}$, а – симазин, атразин, метафос і дурсбан $<0,005\text{ мг/кг}$. На рисунку 4.18 зображена порівняльна характеристика вмісту пестицидів у ґрунтах Полтавської області з нормативом ГДК за 2012 рік.

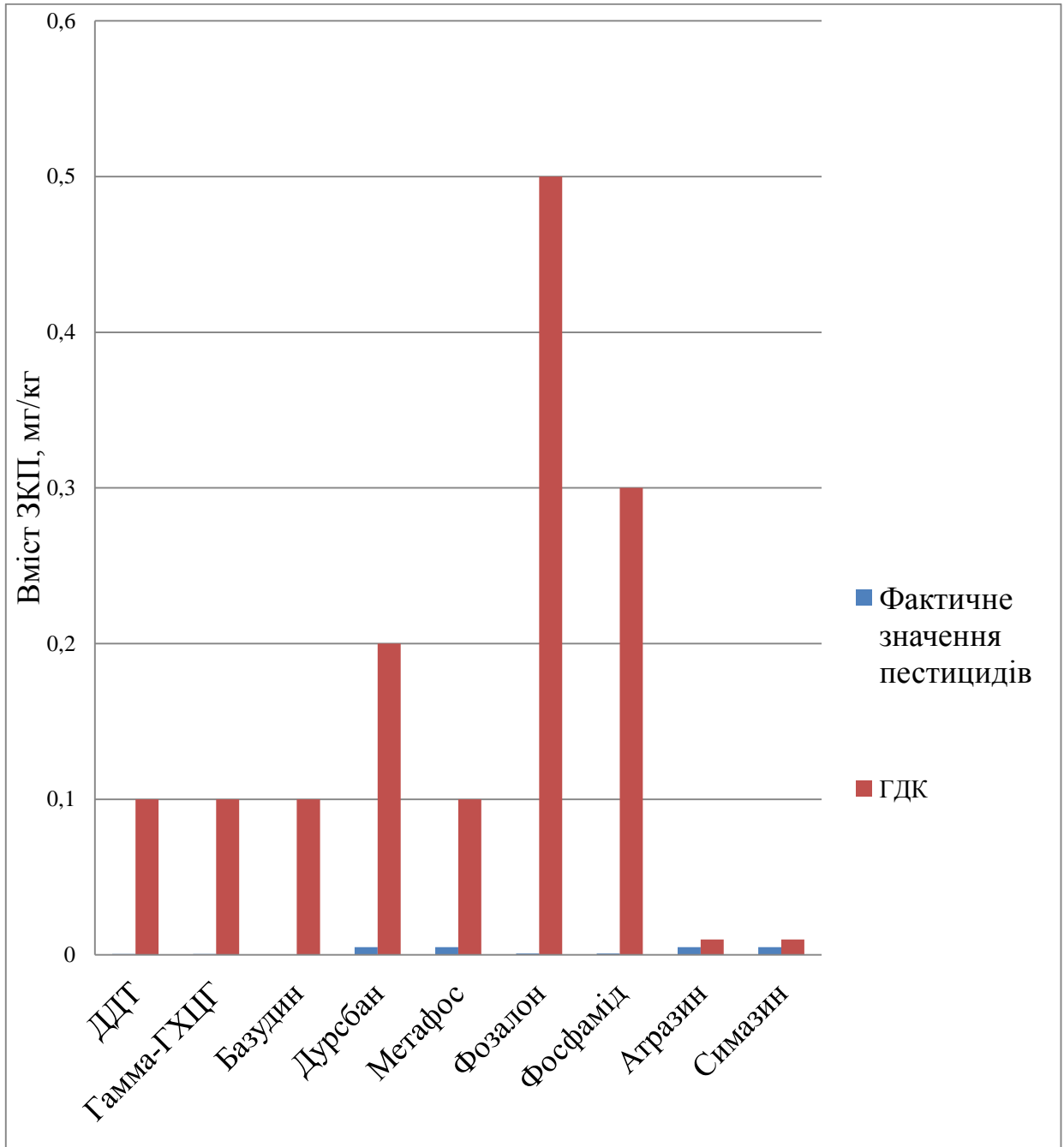


Рис.4.18- Порівняння вмісту пестицидів у ґрунті з ГДК у 2012 році

З рисунка 4.18 бачимо, фактичний (мінімальний) вміст пестицидів у ґрунтах Полтавської області не перевищує значень ГДК. Було проаналізовано 80 проб, з яких забруднених не виявлено.

Такі пестициди як фозалон і фосфамід досягли значень $0,001 \text{ мг/кг}$, а – симазин, атризин, метафос і дурсбан $< 0,005 \text{ мг/кг}$. Всі інші пестициди мали значення нижче $0,0004 \text{ мг/кг}$.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту були зроблені наступні висновки:

1. Ґрунти Полтавської області є високо родючими, але для вирощування високих та стійких врожаїв с/г рослин необхідно використання мінеральних та органічних добрив. Ці заходи призводять до забруднення ґрунтів важкими металами та радіонуклідами.

2. З усіх земель пріоритетність в охороні та використанні мають землі сільськогосподарського призначення, які, на жаль, найбільше піддаються антропогенному впливу.

3. Полтавська область має сприятливі умови та оптимальні показники, які визначають родючість ґрунту для розвитку сільськогосподарського виробництва. Але потрібно запобігати виснаженню ґрунту, контролювати такі показники, як вміст гумусу та вміст поживних речовин, відновлювати їх в ґрунтах.

4. Площа ґрунтів області за низьким вмістом гумусу становить 2,1%, за середнім 49,2%, за підвищеним 37,5% за високим 10,5%, за дуже високим 0,7 відсотка.

5. За площею порушених земель ґрунти Полтавської області відносяться до порушених. У 2010 р. порушеність склала – 0,6 тис. га, та у 2012 р - 0,46 тис. га. У 2011 порушеність ґрунтів складала 0,1 тис. га. У 2013-2016 використання порушених ґрунтів в Полтавській області не досягало 0.1 тис. га.

6. Найбільша кількість відпрацьованих ґрунтів була в 2015 р, відпрацьовані ґрунти склали – 0,46 тис. га, та у 2010 р - 0,1 тис. га. Так у 2011 було відновлено 0,075 тис га ґрунтів. У період з 2013 по 2016 було відпрацьовано 0,05 тис. га ґрунтів.

7. Найбільша кількість рекультивованих ґрунтів була в 2010р, рекультивовані ґрунти склали – 0,13тис.га, та у 2012р -0,12тис.га. У 2013 були рекультивовані 0,1тис. га ґрунтів. У період з 2010 по 2016 було відпрацьовано менше 0,05тис.га ґрунтів.

8. За вмістом гумусу ґрунтів Полтавської області на 48 % площі мають низький вміст гумус - складає від 1.1 до 2.0%. Ще 40% ґрунтів Полтавської області за вмістом гумусу є середніми і гумус складає від 2.1 до 3.0%. За підвищеним вмістом гумусу знаходяться лише 8 % всіх ґрунтів Полтавської області і вміст гумусу в цих ґрунтах складає від 3.1 до 4.0%. За вмістом гумусу менш ніж 1.1% - дуже низькі ґрунти Полтавської області складають лише 3% .

9.Виконано аналіз внесення органічних добрив під посіви основних сільськогосподарських культур в умовах Полтавської області. На протязі досліджуваного періоду значних коливань у нормах внесення органічних добрив не спостерігалось (середня норма складала 1,3 тонни на гектар.

10.Досліджено внесення мінеральних добрив в ґрунти Полтавської області на протязі 2006-2019 років. У 2008 році внесення мінеральних добрив сягає максимуму і складає 75кг/га, також у 2010 році внесення добрив складає - 68 кг/га. У цілому за ці роки внесення мінеральних добрив не сильно змінюється.

11. Основними мікроелементами, які необхідні рослині для отримання високих та стійких врожаїв , є азот, фосфор та калій . Тому для оцінки забезпеченістю обмінними формами калію та фосфору виконано аналіз вмісту їх у ґрунтах Полтавської області: 7,7 % обстежених угідь були низько забезпечені фосфором, 30,4 % мали середній вміст рухомих фосфатів, 39 % – підвищений, 16,1 % – високий і 6,8 % – дуже високу забезпеченість фосфором.

12. За досліджуваний період значних коливань у забрудненні ґрунтів найбільш токсичними важкими металами до яких відносяться Cu, Pb, Zn і Cd не відбувалося, при цьому концентрації не перевищували значень ГДК.

За середнім вмістом у ґрунтах важких металів найбільші значення за досліджуваній період спостерігаються у 2012 році по свинцю і ртуті, у 2011 по кадмію. Найменше значення по свинцю, кадмію і ртуті спостерігається у 2010р. Найменші значення по всім трьом важким металам у 2010р.

13. Проаналізовано вміст пестицидів. Вміст пестицидів у ґрунтах Полтавської області нижчий за ГДК. Вміст усіх пестицидів на протязі досліджуваного періоду був на рівні $< 0,0004$ мг/кг, лише такі пестициди як фозолон і фосфамід досягли до $< 0,001$ мг/кг, а дурсбан і симазин $< 0,005$ мг/кг.

14. Розроблені практичні рекомендації що до зменшення негативного впливу сільськогосподарського виробництва на стан агроценозів Полтавської області. До основних шляхи зниження шкідливого впливу пестицидів на довкілля належать:

- регулювання строків хімічної обробки.
- використання пестицидів вибіркової дії, особливо в місцях скупчення шкідників.
- з метою захисту водойм встановлюються санітарно-захисні зони між оброблюваними територіями і цими водоймами до 300 м, а на схилах - до 500 м.
- чергування застосування препаратів, що попередить звикання шкідників до їх дії.
- при використанні аерозолів слід врахувати напрямок вітру, з метою попередження забруднення повітря населених пунктів, і вживати попереджувальні заходи захисту населення.

15. Збереження і збільшення вмісту гумуса в ґрунті, оптимізація кислотності, розщільнення ґрунту – важливі умови вирощування екологічно безпечної с/г продукції. Використання в якості меліорантів вапняних матеріалів, калійних добрив і інших хімічних засобів дає можливість:

- довести реакцію ґрунту до рівня, коли рухомі сполуки важких металів, пестицидів перейдуть в недоступну або менш доступну для с/ґ рослин форму;
- створити в ґрунтовому розчині підвищену концентрацію елементів – антагоністів (калія, фосфора, кальція) і таким чином зменшити поступання токсикантів в с/ґ рослини;
- в результаті хімічної реакції в ґрунтовому розчині перевести токсичні сполуки в менш небезпечні форми.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Полтавській області у 2010-2016 роки.
- 2 Апробація методів комплексної гігієнічної оцінки забруднення ґрунту важкими металами територій промислових міст України з різним профілем виробництва. – Вашкулат М.П., Костенко А.І., Нікула Р.Г., Трахтенгерц Г.А., Черевко О.М. – Київ
- 3 Евдокімова Г.А. Микробиологическая активность почв при загрязнении тяжелыми металлами // Почвоведение. —1982. —N 6. —С. 125—132.
- 4 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.
- 5 Васильева Т.В., Кожанова Г.А. Методические указания по использованию хлореллы для биотестирования качества водной среды. — Одесса: ОГУ, 1989. —13 с.
- 6 Токсичність і мутагенна активність ґрунту важких металів-забруднювачів. – Г.О. Іутинська, д.б.н., З.В. Петруша, В.А. Іваниця, д.б.н., Т.В. Васильєва, к.б.н., // Одеський державний університет ім. І.І. Мечнікова
- 7 Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеяных элементов в почвах. М.: Издательство АН СССР, 1957. – 93 с.
- 8 Власюк П.А., Шкварук Н.М., Сапатов С.Е. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений, животных, человека. – Киев: Наукова думка, 1979. – С. 15 – 70.

- 9 Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. – К.: Наукова думка, 2002. – 213 с.
- 10 Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас; пер. с. англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
- 11 Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. / Утв. А Г. Ефремов издание 2-е, М.: 1992. – 27 с.
- 12 Агрэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А.Черникова,А.И.Чекереса. – М. : Колос, 2000. – 8 с.
- 13 Тяжелые металлы в системе «почва–растение–удобрение» / М.М. Овчаренко, И.А. Шильников, Г.Г. Вендили и др.; Под ред. М.М. Овчаренко. –М.: Пролетарский светоч, 1977
- 14 Полевой А.Н. Моделирование процесса формирования продуктивности зерновых культур в условиях радиоактивного загрязнения агроэкосистем. – Метеорология и гидрология, 1983, п.12, с.97-105.
- 15 Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистемы. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 167с.
- 16 Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв / Под ред. Д.С. Орлова и В.Д. Василевской. – М.: Изд-во МГУ, 1994.
- 17 Росс Ю.К. К математическому описанию роста растений. – ДАН АН СССР, 1966, 171, № 2. С.481-483с.
- 18 Королев В. А.Мониторинг геологической среды. – М.: Издательство МГУ, 1995. – 272с.
- 19 Экология, охрана природы и экологическая безопасность/ Под ред. В.М. Данилова - Данильяна. Кр.1 – М., 1997. – 424с.

- 20 Сает Ю.Е., Ревиг Б.А., Яшин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990 – 335с.
- 21 Ковалевский В.В. Геохимическая среда и жизнь. – И. Наука, 1982. – 282с.
- 22 Кабата – Пендас А., Пендас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439с.
- 23 Информационный бюллетень о состоянии геологической среды Украины за 1991 год. – Вып. 12К.: Укргеолком, 1992. – 108с.
- 24 Най П.Х., Тинкер П.Б. Движение растворов в системе “почва - растение”. М.:Колос, 1980. – 365с.
- 25 Экологическая токсикология. / В.М. Шумейко, И.В. Глуховский, В.М. Овруцкий и др. – К.: АТ “Издательство” Столица, 1998. – 204с.
- 26 Реймерс Н.Ф. Природопользование – Словарь – справочник. – М.: Мысль, 1990. – 639с.
- 27 Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям. – М.: Колос, 1984. – 208с.
- 28 Федоров Л.А., Яблоков А.В. Пестициды – токсический удар по биосфере и человечеству. – М.: Наука, 1999. – 462с.
- 29 Справочник по пестицидам: ширина применения и токсикология/ под ред. А.В. Павлова. – К.: Урожай, 1986. – 432 с.
- 30 Азманова Н.В., Акімов І.А. та ін.. Екологічний атлас. Атлас-монографія. К.: Варта, 2006. 220 с.
- 31 ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 19 с.
- 32 Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення/За ред. С. М. Рижук, М. В. Лісового, ц. М. Бенцаровського. К.: 2003. 64 с.
- 33 ПатикаВ. П., ТарарікоО. Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. К.: Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.

- 34 Агрохімія: Підручник/М. М. Городній та ін. К.: ТОВ "Алефа", 2003. 778 с.
- 35 Булигін С. Ю. та ін. Оцінка і прогноз якості земель: Навч. посібник/Булигін С. Ю., Барвінський А. В., Ачасова А. О., Ачасов А. Б. / Харк. нац. аграр. ун-т. Х., 2008. 237 с.
- 36 Винера С.М. Методичні вказівки до самостійної роботи з вивчення дисципліни « Інтегрований захист рослин» для студентів напрямку підготовки – 0401 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансованого природокористування». К.: НАУ, 2008. 73 с.
- 37 Булигін С. Ю. та ін. Оцінка і прогноз якості земель: Навч. посібник/Булигін С. Ю., Барвінський А. В., Ачасова А. О., Ачасов А. Б./ Харк.нац. аграр. ун-т. Х., 2008. 237с. Экология, охрана природы и экологическая безопасность/ Под ред. В.М. Данилова - Данильяна. Кр.1 – М., 1997. – 424с.
- 38 Саєт Ю.Е., Ревиг Б.А., Яшин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990 – 335с.
- 39 Ковалевский В.В. Геохимическая среда и жизнь. – И. Наука, 1982. – 282с.
- 40 Кабата – Пендас А., Пендас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439с.
- 41 Информационный бюллетень о состоянии геологической среды Украины за 1991 год. – Вып. 12К.: Укргеолком, 1992. – 108с.
- 42 Най П.Х., Тинкер П.Б. Движение растворов в системе “почва - растение”. М.: Колос, 1980. – 365с.
- 43 Экологическая токсикология. / В.М. Шумейко, И.В. Глуховский, В.М. Овруцкий и др. – К.: АТ “Издательство” Столица, 1998. – 204с.
- 44 Реймерс Н.Ф. Природопользование – Словарь – справочник. – М.: Мысль, 1990. – 639с.
- 45 Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям. – М.: Колос, 1984. – 208с.

46 Федоров Л.А., Яблоков А.В. Пестициды – токсический удар по биосфере и человечеству. – М.: Наука, 1999. – 462с

47 Справочник по пестицидам: ширина применения и токсикология/ под ред. А.В. Павлова. – К.: Урожай, 1986. – 432 с

ДОДАТКИ

Додаток А**ДОВІДКА КАФЕДРИ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ ПРО
УЧАСТЬ У НДР**

Магістрант Трандафіл М.Ф є співавтором розділу

Додаток Б

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ
МАГІСТЕРСЬКОЇ КАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

1. Ільїна В.Г., Трандафіл М.Ф. Аналіз сучасного стан ґрунтового покриву Полтавської області / Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – Одесса, 2017. – 0,4 д. а.
2. V.N. Pyina, Trandafil M.F. Modeling of magnetization of hard metals in ground-moving cover of taking into account of agricultural production/ Аграрний вісник Причорноморья. Збірник наукових праць. Технічні науки. Випуск 85. – Одеса, 2017. – с. 191-193. (ВАК)
3. Ільїна В.Г., Трандафіл М.Ф. Аналіз сучасного агрохімічного стану сільськогосподарського призначення Полтавської області / Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – Одесса, 2018. – 0,4 д. а.

Додаток В

Оцінка ґрунтів за щільністю складення (г/ см³)

Рівноважна щільність складення г/см ³	Оцінка ґрунтів за щільністю
>1,50	Дуже щільні
1,35-1,40	Щільні
1,25-1,30	Ущільнені
1,10-1,20	Оптимально ущільнені
< 1,00	Розпушені

Групування ґрунтів за ступенем кислотності та їх потреба у вапнування

Номер групи	Ступінь кислотності	Нормативні показники кислотності		Потреба у вапнуванні
		pH _{КСІ}	Нг,мгекв .на 100г ґрунту	
1	Дуже сильнокислі	<4	>6	Ґрунти потребують першочергового вапнування в усіх зонах України і всіх типах сівозмін
2	Сильнокислі	4,1-4,5	5,1-6,0	Те саме

Продовження додатку В

3	Середньо кислі	4,6-5,0	4,1-5,0	Ґрунти потребують першочергового вапнування в зонах Полісся й Лісостепу. Середня потреба у вапнуванні ґрунтів Прикарпаття й Західного Лісостепу, слабка - у гірських районах Карпат. Першими вапнують овочеві та кормові сівозміни на супіщаних і суглинкових ґрунтах, середня потреба в польових сівозмінах на піщаних ґрунтах
4	Слабо кислі	5 1-5,5	3,1-4,0	Середня потреба ґрунтів у вапнуванні в зонах Полісся й Лісостепу, слабка - у Передкарпатті, відсутня - в гірських ґрунтах потребують в районах Карпат. Велика потреба у супіщаних і суглинкових ґрунтів, особливо в сівозмінах з травами, кормових та овочевих. В останню чергу вапнують піщані та глинисто-піщані ґрунти
5	Близькі до нейтральних	5, 6-6,0	2,1-3,0	Вапнування необхідне в зоні Полісся на супіщаних, піщаних та глинисто-піщаних. Доцільне - на опідзолених ґрунтах Лісостепу. Вапнуються вибірково супіщані та суглинкові ґрунти в сівозмінах з вимогливими до вапна культурами

Додаток Г

Поправкові коефіцієнти на гранулометричний склад

Гранулометричний склад ґрунту	Коефіцієнти
Полісся	
Супіщані та піщані	0,80
Суглинкові	1,00
Лісостеп, Степ	
Легкосуглинкові	0,90
Середньосуглинкові	1,00
Важкосуглинкові і глинисті	0,90

Поправкові коефіцієнти на потужність гумусового горизонту

Гранулометричний склад ґрунту	Коефіцієнти
Полісся	
< 20	0,80
20-40	1,00
> 40	1,20
Лісостеп і Степ	
< 30	0,90
30-60	1,00
> 60	1,10

Значення щільності складення (г/см^3) ґрунту для культур

№ п/п	Група культур	Оптимальний інтервал щільності, г/см^3	Допустимий інтервал щільності, г/см^3
1	Зернові	1,10-1,45	1,00-1,10 1,46-1,55
2	Технічні	1,0-1,35	0,80-1,02 1,36-1,60
3	Кормові	1,10-1,30	0,95-1,10 1,30-1,62

Значення показників умісту гумусу % для культур

№ п/п	Група культур	Оптимальні значення гумусу, %	Допустимі значення гумусу, %
1	Зернові	>3,5	2,0-3,5
2	Технічні	>3,0 (для цукрових буряків і соняшника >3,5)	2,0-3,0 (для цукрових буряків і соняшника)
3	Кормові	>3,0	2,0-3,0

Додаток Д

Значення показників обмінного калію (мг/кг) для культур

№ п/п	Група культур	Оптимальні значення мг/кг ґрунту			
		За методом Чирихова	За методом Кірсанова	За методом Мачигіна	За методом Маслової
1	Зернові	>110	>140	>250	>180
2	Технічні	>81 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 120-170)	>120 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 170-200)	>201 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 301-400)	>151 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 201-250)
3	Кормові	>120	>170	>300	>200
Допустимі значення ґрунту, мг/кг					
№ п/п	Група культур	За методом Чирихова	За методом Кірсанова	За методом Мачигіна	За методом Маслової
1	Зернові	40-100	81-140	101-250	101-180
2	Технічні	41-81 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 120-170)	81-120 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 170-200)	101-200 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 301-400)	101-150 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 201-250)
3	Кормові	41-120	81-170	101-300	101-200

Гранично допустимі концентрації важких металів у абстрактному ґрунті і рослинній продукції (за даними В. І. Кісіля, 1997 р.)

Важкі метали	ГДК рухомих форм у ґрунті.	ГДК валового вмісту в рослинній продукції, мг/кг абсолютно сухої
Цинк (Zn)	<23	<10
Кадмій	<0,7	<0,003
Свинець	<2	<0,5
Мідь (Cu)	<3	<5
Хром (Cr)	<6	<0,3
Ртуть (Hg)	0	<0,02

Значення рівня забрудненості важкими металами для культур

№ п/п	Група культур	Оптимальні значення, мг/кг ґрунту	Допустимі значення, мг/кг ґрунту
1	Зернові	1-2 кларки (<0,5 ГДК)	2-4 кларки (0,5-1,5 ГДК)
2	Технічні	1-3 кларки (0,5-1,0 ГДК)	3-6 кларки (1,0-2,5 ГДК)
3	Кормові	1-2 кларки (<0,5 ГДК)	2-4 кларки (0,5-2,5 ГДК)

Додаток Е

Нормативні показники вмісту гумусу (%) у ґрунтах (за Гришиною Л. А., Орловим Д.С.)

№	Рівень забезпеченості	Уміст гумусу, %
1	Дуже високий	>10
2	Високий	6-10
3	Середній	4-6
4	Низький	2-4
5	Дуже низький	<2

Нормативні показники вмісту азоту, що легко гідролізується (мг/кг)

№	Рівень забезпеченості	Уміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг	
		За методом Тюріна й Коновалової	За методом Корнфілда
1	Дуже низький	<30	<100
2	Низький	31-40	101-150
3	Середній	41-50	151-200
4	Підвищений	51-70	>200
5	Високий	71-100	-
6	Дуже високий	>100	-

Нормативні показники вмісту рухомого фосфору)мг/кг)

№	Рівень забезпеченості	Уміст рухомого фосфору, мг/кг		
		За методом Чирикова	За методом Кірсанова	За методом Мачигіна
1	Дуже низький	<20	<25	<10
2	Низький	21-50	26-50	11-15
3	Середній	51-100	51-100	16-30
4	Підвищений	101-150	101-150	31-45
5	Високий	151-200	151-250	46-60
6	Дуже високий	>200	>250	>60

Нормативні показники вмісту обмінного калію (мг/кг)

№	Рівень забезпеченості	Уміст рухомого калію (мг/кг)			
		За методом Чирикова	За методом Кірсанова	За методом Мачигіна	За методом Маслової
1	Дуже низький	<20	<40	<50	<50
2	Низький	21-40	41-80	51-100	51-100
3	Середній	41-80	81-120	101-200	101-150
4	Підвищений	81-120	121-170	201-300	151-200
5	Високий	121-180	171-250	301-400	201-300
6	Дуже високий	>180	>250	>400	>300

Додаток Є

Визначення вмісту у ґрунтах залишкових кількостей пестицидів
за 2010 рік (всього по області)

Пестициди	Кількість проб			Вміст ЗКП, мг/кг			ГДК**, мг/кг	Населени й пункт, господар ств- во, де було переви щення ГДК
	проана- лізовано	зоб- руд- нено	із вмістом Вище ГДК	серед- ній	мініма- льний*	макси- мальний		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ДДТ	80	-	-	-	<0,0006	-	0,1	
Гамма- ГХЦГ	80	-	-	-	<0,0006	-	0,1	
Базудин	80	-	-	-	<0,000 4	-	0,1	
Дурсбан	80	-	-	-	<0,005	-	0,2	
Метафос	80	-	-	-	<0,005	-	0,1	
Фозолон	80	-	-	-	<0,001	-	0,5	
Фосфамід	80	-	-	-	<0,001	-	0,3	
Атразін	80	-	-	-	<0,005	-	0,01	
Симазін	80	-	-	-	<0,005	-	0,01	

Визначення вмісту у ґрунтах залишкових кількостей пестицидів
за 2011 рік (всього по області)

<i>Пестициди</i>	<i>Кількість проб</i>			<i>Вміст ЗКП, мг/кг</i>			<i>ГДК**, мг/кг</i>	<i>Населений пункт, господарство, де було перевищення ГДК</i>
	<i>проаналізовано</i>	<i>забруднено</i>	<i>Із вмістом Вище ГДК</i>	<i>середній</i>	<i>мінімальний*</i>	<i>максимальний</i>		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
ДДТ	80	-	-	-	<0,0006	-	0,1	
Гамма-ГХЦГ	80	-	-	-	<0,0006	-	0,1	
Базудин	80	-	-	-	<0,0004	-	0,1	
Дурсбан	80	-	-	-	<0,005	-	0,2	
Метафос	80	-	-	-	<0,005	-	0,1	
Фозалон	80	-	-	-	<0,001	-	0,5	
Фосфамід	80	-	-	-	<0,001	-	0,3	
Атразин	80	-	-	-	<0,005	-	0,01	
Симазин	80	-	-	-	<0,005	-	0,01	

*Визначення вмісту у ґрунтах залишкових кількостей пестицидів
за 2012 рік(всього по області)*

<i>Пестициди</i>	<i>Кількість проб</i>			<i>Вміст ЗКП, мг/кг</i>			<i>ГДК**, мг/кг</i>	<i>Населен ий пункт, господа рств- во, де було переви щення ГДК</i>
	<i>проана- лізовано</i>	<i>заб- руд- нено</i>	<i>Із вмістом Вище ГДК</i>	<i>серед- ній</i>	<i>мініма- льний*</i>	<i>макси- мальний</i>		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
ДДТ	80				<0,0006		0,1	
Гамма- ГХЦГ	80				<0,0006		0,1	
Базудин	80				<0,0004		0,1	
Дурсбан	80				<0,005		0,2	
Метафос	80				<0,005		0,1	
Фозалон	80				<0,001		0,5	
Фосфамід	80				<0,001		0,3	
Атразин	80				<0,005		0,01	
Симазин	80				<0,005		0,01	