МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра екології та охорони довкілля

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ЯКІСТЬ АГРОЦЕНОЗІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконав студент 2 курсу групи МЕЕБ- 61
спеціальності 101 – Екологія
Шевченко Наталія Павлівна

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*
Освітньо-професійна програма *Охорона навколишнього середовища*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри *екології та охорони довкілля*
_____ *Сафранов Т.А.*
“ *29* ” *жовтня* 20*18* року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Шевченко Наталії Павлівні
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи *Моделювання впливу мінерального живлення на якість агроценозів Черкаської області*
керівник роботи *Ільїна В.Г., к.геогр.н., доцент*
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “ *05* ” *жовтня* 20*18 р.* № 271-*”С”*
2. Строк подання студентом роботи *10 грудня 2018 року*
3. Вихідні дані до роботи *Вміст фосфору, калію, азоту, гумусу та пестицидів у ґрунтах Черкаської області за 2000 -2014 рік. Показники стану сільськогосподарських рослин, кількісні та якісні характеристики вносимих у грунт мінеральних та органічних добрив.*
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
- визначити основні характеристики, які впливають на рівень використання мінерального живлення рослинами;
- встановити параметри моделі для оцінки впливу біогенних елементів на агроценози Черкаської області;
- визначити можливість використання моделі для умов Черкаської області.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)
Методи проведення якісної оцінки земель .Мінеральна система удобрення (В. П. Патика .) Вміст фосфору в грунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг). Відсоток кислих грунтів по відношенню до

грунтів сільськогосподарського призначення Черкаської області. Середньозважений вміст азоту в грунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг). Вміст калію в грунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг). Вміст гумусу в грунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (%). Внесення азотних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області (кг/га). Внесення фосфорних, азотний та калійних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області (кг/га). Динаміка внесення фосфорних добрив за 2000-2010 роки.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання *29 жовтня 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	*Оцінка екологічних наслідків використання*	*29.10.18-*	90	5
	мінеральних добрив	*02.11.18*		*(відмінно)*
2	*Моделювання мінерального рослин*	*03.11.18-*	90	5
	та його наслідки	*11.11.18*		*(відмінно)*
3	*Визначення загального виносу*	*12.11.18-*	90	5
	біогенних речовин з поверхні грунту	*18.11.18*		*(відмінно)*
	Рубіжна атестація	***19.11.18-***	90	5
		24.11.18		*(відмінно)*
4	*Еколого – агрохімічна оцінка*	*25.11.18-*	90	5
	стану грунтів	*28.11.18*		*(відмінно)*
5	*Ідентифікація параметрів моделі*	*29.11.18-*	90	5
		01.12.18		*(відмінно)*
6	*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*	*02.12.18-05.12.18*	90	5 *(відмінно)*
7	*Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу до публічного захисту. Рецензування роботи*	*06.12.18--10.12.18*	90	5 *(відмінно)*
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

(до десятих)

Студент _____ Шевченко Н.П_____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ __Ільїна В.Г. _
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шевченко Н.П Моделювання впливу мінерального живлення на якість агроценозів Черкаської області

Актуальність теми. Ґрунти Черкаської області недостатньо забезпечені гумусом, тому для отримання високих та стійких врожаїв цих культу необхідно застосування сучасних методів агрохімічної обробки, яка передбачає внесення хімічних заходів захисту рослин, мінеральних та органічних добрив. За допомогою математичної моделі виконано оцінку сучасного агроекологічного стану.

Метою роботи є виконати оцінку впливу мінерального живлення рослин на стан агроценозів Черкаської області за допомогою математичної моделі.

Об'єктом дослідження є агроценози Черкаської області.

Предметом дослідження є математична модель впливу мінерального живлення на сільськогосподарські рослини

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є математична модель впливу мінерального живлення на ріст рослин.

Результати дослідження. Визначено основні характеристики, які впливають на рівень використання мінерального живлення рослинами, встановлені параметри моделі для оцінки впливу біогенних елементів на агроценози Черкаської області, визначено можливості використання моделі для умов Черкаської області.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що вперше для умов Черкаської області визначено сучасний агроекологічний стан агроценозів з урахуванням мінерального живлення рослин за допомогою математичної моделі.

Теоретичне і практичне значення роботи полягає в оптимізації режиму живлення рослин в умовах Черкаської області з урахуванням сучасного агроекологічного стану та за допомогою математичної моделі. Визначені параметри моделі, що дозволить використовувати її для прогностичних цілей.

Структура та обсяг роботи. Складається із вступу, чотирьох розділів , висновків, списку використаних літературних джерел (20). Загальний обсяг роботи складає 93 сторінок. Робота містить 18 рисунків, 29 таблиць.

Ключові слова: мінеральне живлення, пестициди, моделювання, біогенні речовини, потенціал, добрива, еколого – агрохімічна оцінка.

SUMMARY

Shevchenko N.P. Modeling the Impakt of Mineral Nutrition on the Quality of Agrocenoses in the Cherkasy Oblast

Actuality of theme. Soils of the Cherkasy region are insufficiently equipped with humus, therefore, to obtain high and stable crops of these crops, it is necessary to apply modern agrochemical treatment methods, which involves the introduction of chemical protection measures for plants, mineral and organic fertilizers. With the help of a mathematical model, an estimation of the modern agroecological state was performed.

The purpose of the work is to evaluate the influence of mineral nutrition of plants on the condition of agrocenoses of Cherkasy region using a mathematical model.

The object of research is agrocenosis of the Cherkasy region. The subject of the study is a mathematical model of the influence of mineral nutrition on agricultural plants

Research methods. The methodological basis of the work is a mathematical model of the influence of mineral nutrition on plant growth.

Research results. The main characteristics that influence the level of mineral nutrition using plants are determined, parameters of the model for estimation of the influence of biogenic elements on agrocenoses of Cherkasy region are determined, the possibilities of using the model for the conditions of Cherkasy region are determined.

The scientific novelty of the obtained results is that for the first time in the conditions of Cherkasy region the modern agroecological state of agrocenoses has been determined taking into account the mineral nutrition of plants by means of a mathematical model.

The theoretical and practical value of the work is to optimize the regime of plant nutrition in conditions of Cherkasy region, taking into account the modern agroecological state and using a mathematical model. The parameters of the model are determined, which will allow it to be used for predictive purposes.

Structure and scope of work. It consists of an introduction, four sections, conclusions, list of used literary sources (20). The total volume of work is 93 pages. The work contains 18 drawings, 29 tables.

***Key words*:** mineral nutrition, pesticides, modeling, biogenic substances, potential, fertilizers, ecological - agrochemical estimation.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ ……..9

ВСТУП………..11

1 СУЧАСНИЙ СТАН ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНОЇ ОЦІНКИ ССІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ …….13

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ ……..21

2.1 Загальна характеристика …….…21

2.2 Грунтово-рослинні умови……...…23

2.3 Кліматичні умови……..25

3 МОДЕЛЬ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН НА АГРОЦЕНОЗИ…………..……..28

3.1.Роль мінеральних добрив в сучасній системі землеробства……...…28

3.2 Особливості застосування добрив…….…31

3.3 Екологічні наслідки використання мінеральних добрив……...…..33

3.4 Модель впливу мінерального живлення на рослини…….…….…40

3.5 Моделювання мінерального живлення рослин та його наслідки…..45

3.6Визначення загального виносу біогенних речовин з поверхні ґрунту48

4 ОЦІНКА АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГРУНТІВ ……54

4.1 Еколого-агрохімічна оцінка……54

4.2 Аналіз рівня мінерального живлення рослин в умовах черкаської області…….....61

4.3 Моделювання пливу хімічних заходів захисту рослин……...64

4.4 Моделювання впливу мінерального живлення на……...68

5 ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ …….…82

ВИСНОВКИ……..88

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ……91

ДОДАТКИ.....93

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

НПС – навколишнє приирородне середовище;

СПЗ – сумарний показник забруднення грунту;

ГДК – гранично-допустима концентрація;

C_{lab} – єдиний фонд вільних вуглеводів;

N_{lab} – єдиний фонд вільного азоту;

R_L – радіаційний баланс рослинного покриву;

РП – рослинний покрив;

R_S – радіаційний баланс поверхні грунту;

ПГ – поверхня ґрунту;

Q_L, – кількість поглиненої короткохвильової радіації РП;

Q_S – кількість поглиненої короткохвильової радіації ПГ;

F_L,– величина балансу довгохвильової радіації РП;

F_S – величини балансу довгохвильової радіації ПГ;

F_A – противипромінювання атмосфери;

σ – постійна Стефана-Больцмана;

T_L і T_S – температура листя і грунту;

k – емпіричний параметр орієнтації листя.

$\frac{\partial\psi}{\partial t}$ - потенціал тиску грунтової вологи;

$C(\psi) = \frac{d\Theta}{d\psi}$ - диференціальна вологоємність;

$C(\psi)$ – об'ємна вологість;

$S(\psi)$ – поглинання вологи коренями;

λ – нахил кривої залежності тиску насиченої водяної пари від температури повітря;

R_L – радіаційний баланс РП;

ET_{pot} – випаровуваність;

C_{hydr} – маса вуглеводів, що утворюються при розпаді тканин, які старіють;

R – витрати вуглеводів на дихання посіву;

Φ_{pot} – інтенсивність потенційного фотосинтезу;

a – нахил вуглекислотної кривої фотосинтезу;

C_0 – концентрація CO_2 у повітрі;

Π – поглинена рослинним покривом фотосинтетично активна радіація;

a_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу;

Ψ_{Φ} – температурна крива фотосинтезу;

$K_{\Phi}(N^L_{str})$ – коефіцієнт забезпеченості рослин елементами мінерального живлення;

N_{abs} – кількість поглиненого з грунту азоту;

N_{hydr} – кількість азоту, що утвориться при розпаді білка;

N_{sen} – витрати на відновлення білка;

$N_{abs}^{\max}$ – максимальна швидкість поглинання азоту коренем;

$\overline{N}_{s.r.}, \overline{N}_{s.w.}$ – концентрація азоту відповідно на поверхні коріння і в ґрунтовому розчині;

K_{abs}^{N} – константа Міхаеліса-Ментен;

$K_{abs}^{N}(T_s)$ – функція впливу температури грунту на швидкість поглинання азоту коренем;

β_{shoot}^{m} – співвідношення надземної і підземної частин рослин;

W_i^j – фактичні вологозапас ґрунту;

$\hat{W}_i^j$ – розрахований вологозапас ґрунту.

ВСТУП

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 грунту. Зростання кислотності грунтів, зменшення вмісту в них органічної речовини та елементів живлення, погіршення агрономіномічно важливих фізичних властивостей - це результат деградаційних процесів. Наявність в рільних землях Черкаської області третини еродованих грунтів та площ, забруднених залишками пестицидів і радіонуклідами, більш інтенсивно поглиблює процеси деградації земель.

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

Це в свою чергу призводить до накопичення у ґрунтах різних хімічних елементів та з’єднань, яків сою чергу дають не тільки позитивних але і негативний ефект. Була використана інформація про вміст фосфору, калію, азоту, гумусу та інших елементів у ґрунтах Черкаської області за 2014 рік. Крім того ураховуються показники стану сільськогосподарських рослин .

Ціль роботи – за допомогою математичної моделі виконати оцінку впливу мінерального живлення рослин на стан агроценозів Черкаської області

Об’єкт дослідження – агроценози Черкаської області.

Предмет дослідження – математична модель впливу мінерального живлення на сільськогосподарські рослини

Вихідні данні – кількісні та якісні характеристики мінеральних та органічних добрив під сільськогосподарськими культурами, агрохімічні

характеристики грунтів, остаточні кількості пестицидів у грунтах Черкаської області за період з 2000 по 2010 роки.

Задачі дослідження:

- визначити основні характеристики, які впливають на рівень використання мінерального живлення рослинами;
- встановити параметри моделі для оцінки впливу біогенних елементів на агроценози Черкаської області;
- визначити можливість використання моделі для умов Черкаської області.

Науковою новизною роботи є визначення сучасного агроекологічного стану агроценозів Черкаської області з урахуванням мінерального живлення рослин за допомогою математичної моделі.

Апробація результатів роботи – 2 наукові статті у Віснику Гідрометцентру Чорного та Азовського морів та тези на конференції молодих вчених ОДЕКУ.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНОЇ ОЦІНКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

Одним з основних критеріїв оцінки еколого – агрохімічного стану сільськогосподарських угідь є оцінка бонітету.Бал агровиробничої групи чи ґрунтової відміни - показник оцінки родючості ґрунтів у балах, що є відносними одиницями, з яких 100 балів означають найвищу родючість.

Бонітування ґрунтів - порівняльна оцінка якості ґрунтів за їхніми основними природними властивостями, що мають старий характер і суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур [1].Поживні речовини - неорганічні та органічні речовини, необхідні для формування організму, підтримання життєдіяльності й розмноження рослин, тварин і мікроорганізмів. Земельні ресурси (землі) - верхній шар земної поверхні в межах зони аерації [2].Еколого-агрохімічний паспорт - це документ, в якому зосереджена інформація про родючість ґрунту та його агроекологічний стан. Якість ґрунту - характеристика складу і властивостей ґрунту, що визначають його родючість.Україна має 45 млн. га сільськогосподарських угідь, у тому числі ріллі - 34,3, сіножатей і пасовищ - 7,0, багаторічних плодових насаджень - 1,1 млн. га. За останні десятиліття майже всі землі сільськогосподарського використання зазнали відчутної деградації, серед багатьох причин якої є надзвичайно висока розораність території (57 %), ерозія, погіршення реакції та сольового режиму ґрунтового середовища, а також переущільнення ґрунтів, забруднення їх важкими металами, радіонуклідами, пестицидами та іншими токсикантами. Водночас в Україні зосереджено майже 60 % світових запасів чорноземів - найродючіших ґрунтів, які потребують пильного контролю за станом їхньої родючості.

Необхідною умовою ефективного використання сільськогосподарських угідь є наявність інформації щодо їхнього еколого-агрохімічного стану, що

дасть можливість об’єктивно оцінити агроекологічний стан грунтів і отримати високі урожаю [3].

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

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 грунтів є складовими державного земельного кадастру, відомості з якого використовуються для регулювання земельних відносин, визначення розміру плати за землю та їхньої цінності у складі природних ресурсів [4]. Одними з перших визначення якості ґрунтів дали В. Ларсох і Ф. Пірс (1991 р.): "Якість грунтів може бути визначена як стан існування ґрунту по відношенню стандартів або як визначення бала по відношенню до стандарту (стандартів) прийнятого за найвищій бал". Таке визначення більш абстрактне, ніж конкретне. Е. Грегоріч та інші (1994 р.) вважають, що "якість ґрунту - це комплексна характеристика здатності грунтів до функціонування й те, як добре ці функції "працюють" при спеціальному використанні". Д. Карлен та інші (1992 р.) визначають поняття "якість ґрутів" 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. Паркін (1994 р.) визначають якість ґрунту як "можливість до стійкої біологічної продуктивності, підтримки якості навколишнього середовища і забезпечення здоров'я рослин і тварин". За визначенням Ма Маусбаха і Г. Тугела (1995 р.), прийнятним Спілкою

ґрунтознавців США, Комітетом з питань здоров'я ґрунтів, якість ґрунту відображає "здатність певних ґрунтів до функціонування в природних і штучних екосистемних зв’язках для підтримки продуктивності рослин і тварин, збереження або покращання якості води і повітря та забезпечення здоров'я і звичок людей". Таке твердження потребує для розуміння поняття "якості ґрунту " оцінки таких його функцій:

1. усвідомлення стійкості біологічної активності, різноманітності і продуктивності;
2. регулювання потоків води й розчинів (біогеохімічних циклів, колообігів);
3. фільтруючої здатності, буферності, деградації, іммобілізації і детоксикації органічних і неорганічних речовин, зокрема з індустріальних і муніципальних відходів та атмосферних опадів;
4. накопичення та колообіг поживних та інших речовин у біосфері;
5. 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 природник 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 .

Якісну оцінку земель господарства (рисунок 1.1) проводять з використанням агроекологічного методу (А.І. Сірий, 2002 р.) та за методом спеціального бонітування (М. В. Лісовий, 2002 р.).

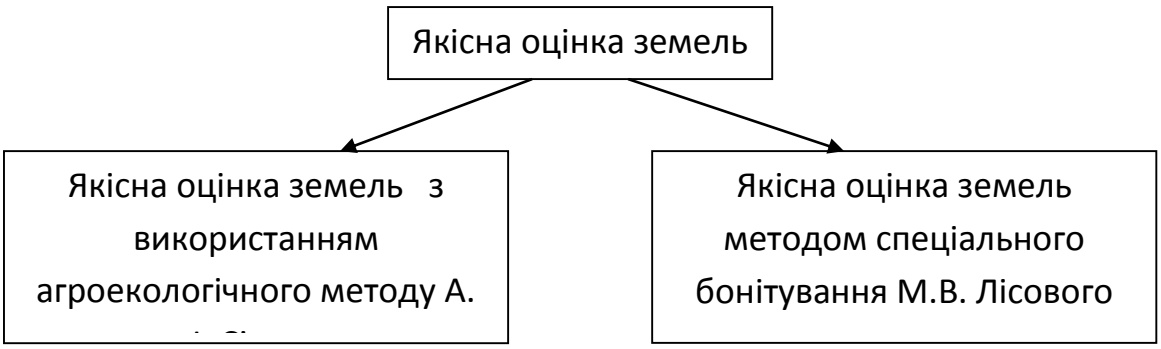

Рис. 1.1 – Методи проведення якісної оцінки земель

Україна є великою європейською державою, що за географічним положенням входить до басейнів Чорного, Азовського й частково Балтійського морів. Вона володіє величезним резервом родючих ґрунтів, екологічний стан яких постійно погіршується [5]. Так, багаторічна екстенсивна урбанізація та індустріалізація територій, неконтрольований сільськогосподарський тиск на ґрунтовий покрив спричинили глибокі зміни природних властивостей земель, трансформацію внутрішньогрунтових процесів, утрату ними самовідновлювальної здатності. З 58 млн. га суші 71 % охоплено пила чи іншим видом господарської діяльності, серед загальної кількості земель 40 % належать до забруднених і 30 % - до дуже забруднених, розораність їх становить 57,5 %, а частка ріллі сільськогосподарських угідь досягає близько 80 %, що є найвищою не тільки в Европі. Внаслідок цього ознаки деградації спостерігаються майже на всій площі природних угідь і земель в обробітку. Площа під луками є майже втричі меншою порівняно з середньоєвропейськими показниками, лісистість становить 14,3 %, тоді як півтора століття тому вона була вдвічі більшою, на дні водосховищ тільки дніпровського каскаду поховано понад 700 тис. га земель басейну Дніпра, площа підтоплених земель сягає 1 млн. га, а затоплених - 260 тис. га. На поверхні землі накопичується близько 25 млрд. т порід добувної промисловості, зосереджених більш як на 3 500 кар’єрах, шахтах та збагачувальних фабриках. В Україні більш як 10 тис. га родючих земель (переважно в Донецькому регіоні) зайнято під відвали та терикони. Все це

важким пресом лягає на довкілля. Особливо потерпають від антропогенного навантаження басейни малих річок як основної структурної одиниці природних угідь та агроландшафтів, селищних територій, що формують первинні ландшафти [6].

За даними Загальнодержавної програми використання та охорони земель, згубного впливу водної ерозії зазнають 13,4 млн. га сільськогосподарських угідь, у тому числі - 10,6 млн. га орних земель; дефляції систематично піддаються понад 5 млн. га, а в роки з пиловими бурями - до 20 млн га; загальна площа кислих ґрунтів у структурі сільськогосподарських угідь сягає 9,6 млн. га; засоленої ґрунти поширені на площі 1,7 млн га, перезволожені - на 1,9, заболочені - на 1,8, кам'янисті - на 0,6 млн га. Внаслідок надмірного розорювання земель зменшилися площі кормових угідь, лісових масивів, заповідних охоронник територій тощо. Екосистеми ландшафтів спростилися, їхній видовий склад, екологічна різноманітність та зв'язки між компонентами ландшафту порушилися, деградував ґрунтовий покрив [7].

Про сучасний незадовільний екологічний стан земельних ресурсів України свідчить і те, що середньорічний змив ґрунту на орних землях України сягає 15 т/га, що становить 460 млн т родючого шару, який містить 6лизько 24 млн т гумусу, понад 1 млн. т азоту, 0,7 млн. т фосфору, що еквівалентно 320-330 млн. т органічних добрив, а еколого-економічні збитки через ерозію ґрунтів перевищують 9,1 млрд. грн. Виникли серйозні проблеми з поверненням біоенергетичного потенціалу ґрунтів. Площа еродованих земель щорічно збільшується більш як на 80 тис. га. У складі еродованих земель нараховується 4,5 млн. га середньо - і сильнозмитих, у тому числі 68 тис. га тих, що повністю втратили гумусовий горизонт. Разом з тим ерозія ґрунтів є основним і найбільш небезпечним дестабілізуючим чинником екологічної ситуації в ландшафтах, що призводить до забруднення та замулення струмків, річок, ставків, посилення евтрофікації водойм. Так, на території населених пунктів і поблизу ник майже 700 тис. га виведені з використання забрудненням та підтопленням стічних вод. На стадії хаотичного заліснення - до 800 тис. га.

Внаслідок дегуміфікації щорічно втрачається від 0,6 до 1,0 т/га гумусу; 0,4 відсотка в середньому втрачено за останні 35-40 років. Крім того, майже на всій площі ріллі землі переущільнені (переущільнення ґрунтів по вертикальному профілю досягає 60 см і більше), спостерігається від'ємний баланс елементів живлення (досягає 100 кг/га й більше) [8].

Найбільш шкідливим для землекористування та довкілля є забруднення ґрунтів хімічними й біологічними компонентами, зокрема радіонуклідами, важкими металами, пестицидами, збудниками інфекційних хвороб. Через ґрунти ці забруднювачі мігрують у суміжні географічні середовища (воду, повітря), забруднюють продукти харчування. Особливо небезпечним є сукупне забруднення ґрунтів важкими металами, пестицидами та радіонуклідами.

У місцях випадання промислових викидів деградують природні й культурні біоценози, збіднюється видовий склад і чисельність фауни, погіршуються фізико-хімічні властивості і біологічна активність ґрунтів, посилюється їхня ерозія, виникає нове надзвичайно небезпечне явище - підкислення чорноземів, у продукції накопичуються токсиканти, знижується врожайність культур. Зокрема у зоні впливу промислових комплексів міру наближення до джерела викидів урожайність зернових культур зменшується на 20-30 %, соняшнику - 15-20 %, овочів 25-30 %, кормових культур - 23-28 % і плодових - на 15-20 % .

Зменшення в 2,5 рази обсягів використання пестицидів, яке простежується протягом останніх років, хоч і сприяло зменшенню забруднення ґрунтів та продукції отрутохімікатами, проблему загалом не вирішує. З дозволених у 1996 р. до використання препаратів найбільша частота виявлення їхніх залишків у ґрунті спостерігалася по симазину (80 %), алероксу (74 %) та атразину (73,9 %). Більш ніж у 50 % зразків ґрунту виявлена наявність залишків ще 11 препаратів, що свідчить про велику забрудненість ґрунтів пестицидами . Існує перевищення допустимого вмісту пестицидів у продукції рослинництва Черкаської області, критичне - у ґрунтах Сумської,

Луганської, Донецької, Хмельницької та Херсонської областей. Залишається невирішеною проблема утилізації заборонених і непридатних для використання 10,7 тис. т пестицидів. Тому стратегія застосування пестицидів має обов'язково враховувати особливості їхньої дії.

Небезпечною проблемою залишається забруднення ґрунтів викидами автомобільного транспорту, до складу яких уходять такі шкідливі сполуки, як бенз(а)пірен - дуже сильний канцероген та токсичний свинець. Уміст цих сполук у ґрунтах примагістральних зон у 2,5-3 рази перевищує гранично допустимий рівень.

Проте найнебезпечнішим з екологічного погляду видом деградації е радіоактивне забруднення [9]. Так, унаслідок аварії на ЧАЕС забруднено понад 8,4 млн. га сільськогосподарських угідь, на яких щільність забруднення радіоактивним цезієм перевищує 0,1 Кі/км^2. Через високий ступінь забруднення виведено з обігу 180 тис, га сільськогосподарських угідь. Площа радіоактивного забруднення лісових масивів в Україні становить понад 3 млн. га. Значні збитки викликані зміною режиму землекористування, затратами на забезпечення радіаційної безпеки й соціальний захист населення, реабілітацію його здоров'я.

Варто відзначити, що територія України характеризується складною структурно-тектонічною будовою зі стійкою тенденцією до розвитку негативних геологічних та інженерно-геологічних процесів і явищ. Здійснюваний Держкомгеологією України моніторинг геологічного середовища виявив, що тільки за 1960-1996 роки кількість випадків прояву небезпечних геологічних процесів зросла в середньому в 3-5 разів. Щорічно внаслідок руйнування морських берегів утрачається більше 100 га особливо цінних прибережних територій. До 30 тис. км^2 досягла площа підтоплених територій, де прогресують явища просідання.

Значна частина причин глибокої деградації ґрунтового покриву породжена галузевим підходом до використання земельних ресурсів,

відсутністю усвідомлення їхнього глобальної середовищеформувальної та соціальної ролі, недосконалістю державної політики щодо охорони земель.

Сформоване під тягарем екстенсивної економіки трансформаційне землекористування; що було спрямоване на одержання найбільшої вигоди поза найменших відтворювальних витрат, потребує глибокої науково обґрунтованої реконструкції, перебудови на екологічних принципах.

Проблема охорони та раціонального використання земель с однією з найважливіших завдань людства, бо 98 % продуктів харчування, які споживає людина, отримуються внаслідок обробітку землі. Агрокультурою людина займається майже 10 тисячоліть. За цей період у багатьох частинах планети розквітали й гинули цивілізації, колись квітучі краї перетворювалися на пустелі. Низька культура землеробства та хижацька експлуатація земель призводили до руйнування ґрунтів. Французькі вчені підрахували, що за весь історичний період людство втратило близько 2 млрд. га родючих земель. Заходи щодо підвищення продуктивності земель та їхньої: охорони дуже різноманітні й мають здійснюватись комплексно, як єдина система, взаємно доповнюючи один одного й посилюючи дію всіх інших. Тому передусім потрібно, щоб кожний клаптик землі, кожне поле мало дбайливого господаря, освіченого, розсудливого, щоб від стану поля залежала не тільки його доля, а й доля його дітей та онуків.

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1 Загальна характеристика

Черкаська область була утворена пізніше від усіх адміністративних областей України - 7 січня 1954 року. Площа Черкаської області становить 20,9 тис. км2, а це 3,5% площі країни або, 18 місце в Україні. Населення - 1386,6 тис. осіб (на 01.01.2008), що складає 2,9% населення України або 15 місце у країні.

Адміністративний центр області - місто Черкаси. Відстань від Черкас до Києва залізницею 240 км, а шосейними дорогами 186 км.Черкаська область поділяється на 20 адміністративних районів : Городищенський, Драбівський, Жашківський, Звенигородський, Золотоніський, Кам'янський, Канівський, Катеринопільський, Корсунь-Шевченківський, Лисянський, Маньківський, Монастирищенський, Смілянський, Тальнівський, Уманський, Христинівський, Черкаський, Чигиринський, Чорнобаївський, Шполянський.

Черкаська область розташована в центральній лісостеповій частині України, в басейнах середніх течій Дніпра і Південного Бугу. На півночі вона межує з Київською (межа 340 км), на сході - з Полтавською (212 км), на півдні - з Кіровоградською (388 км), і на заході - з Вінницькою (124 км) областями України. Географічний центр України, що розташований на північній околиці села Мар'янівка (Шполянський район) між райцентром Шпола і селом Матусів Черкаської області має координати 49°01'39" пн.ш. і 31°28'58" сх.д.

Крайня північна точка лежить на північ від с. Кононівка Драбівського району (50 14 пн.ш.,32 07 сх.д.), південна - на південь від с. Колодисте Уманського району (48 27 пн.ш., 30 07 сх.д.), західна - на північний захід від с. Жовтневе Монастирищенського району (49 03 пн.ш., 29 36 сх.д.), східна - на південний схід від с. Стецівка Чигиринського району (49 00 пн.ш., 32 52 сх.д.).

Територія області з південного заходу на північний схід простягається на 245 км. Більша, правобережна частина, розміщена в межах Наддніпрянської

височини - рівнинна, подекуди горбиста, порізана річками, ярами і балками. Вздовж долини Дніпра на 70 км тягнеться Канівсько-Мошногірський кряж. Значні підвищення рельєфу надають території гірського характеру. Цей район називають Канівськими горами і Мошногорами. Менша, лівобережна частина області, що лежить у межах Наддніпрянської низовини, визначається одноманітним, слаборозчленованим рівнинним рельєфом, подекуди заболоченим. З корисних копалин промислове значення мають бентонітові глини, каоліни, граніти, гнейси, лабрадорит,пісковики, торф.

Область розташована в центрі України і займає вигідне географічне положення. По її території проходять важливі залізниці та автомобільні магістралі. Область перетинає головна водна артерія України - судноплавний Дніпро. До нього (на території області) впадають Рось, Вільшанка, Тясмин, Сула і Супой. Кременчуцьке водосховище загальною площею 180 тис.га, створене греблею Кременчуцької ГЕС, має в межах області протяжність 130 км. Його ширина біля Черкас 18 км. У формуванні економіки придніпровське положення Черкащини відіграє важливу роль. Більшість великих промислових підприємств області, а також ряд міст (Черкаси, Сміла, Канів, Золотоноша) знаходяться недалеко від Дніпра.

Мінерально-сировинна база Черкащини представлена різними корисними копалинами. У Черкаській області налічується понад 170 родовищ корисних копалин місцевого та загальнодержавного значення. В основному розробляються родовища бентонітової глини, каоліну, граніту та будівельного піску. Із 102 кар'єрів і розробок діючих лише 49. Значно знизився видобуток цегельно-черепичної сировини (глина, суглинок). Зовсім припинився видобуток бурого вугілля на шахтах "Козацька&" та "Богачівська" В цілому ж корисні копалини області, незважаючи на її центральне положення, вивчені та використовуються ще недостатньо.

Екологічна ситуація в області характеризується як складна і потребує досконалого вивчення та розв'язання існуючих екологічних проблем.

2.2 Грунтово-рослинні умови

Із загальної площі Черкаської області (2091,6 тис. га) сільськогосподарські землі складають 1486,9 тис. га, в тому числі сільськогосподарські угіддя 1450,77 тис. га, інші сільськогосподарські землі – 36,1 тис. га (площа сільськогосподарських угідь області, у порівнянні з минулим роком, зменшилась на 0,3 тис. га).

Типовими ґрунтами для Черкаської області є чорноземи. На правобережжі області їхній склад строкатий: опідзолені чорноземи і темно-сірі лесові (опідзолені) ґрунти, сірі та ясно-сірі лесові (опідзолені), на лівобережжі - глибоко гумусні та лучні чорноземи.

Ґрунтовний покрив Черкаської області складний і строкатий. Домінуючими типами ґрунтів в області є чорноземи типові, чорноземи опідзолені і реградовані – 687,7 тис. га (54 % від загальної площі ріллі). Це найбільш родючі і водночас найбільше еродовані ґрунти. Найбільші площі чорноземів типових поширено на лівобережжі, значна питома площа їх в Жашківському, Кам’янському, Канівському, Лисянському, Монастирищеському, Тальнівському, Чигиринському, Шполянському районах.

Темно-сірі, сірі та світло-сірі опідзолені ґрунти, що мають дещо нижчий рівень родючості за попередні ґрунти, займають 458,5 тис. га (36%). Значна питома площа їх є в Городищенському, Звенигородському, Маньківському, Смілянському, Уманському, Христинівському районах.

Рівнинний, злегка погорбований рельєф області зручний для прокладання шляхів сполучення, для будівництва різних інженерних споруд, для розміщення населених пунктів і ведення сільського господарства. Більшу частину території Черкащини складають сільськогосподарські угіддя.

Черкаська область добре забезпечена ґрунтовими ресурсами. В сільськогосподарському виробництві знаходиться близько 750 тис. га

особливо цінних орних земель, тобто 56% ріллі розташовано на чорноземних і лучних ґрунтах. Родючість черкаських земель за якісними показниками займає перше місце в Україні.

Площа лісового фонду Черкаської області складає понад 340 тис. га, лісистість становить 14% (при середній по Україні 16%). Загальний стан лісів не відповідає еколого-економічним вимогам. Цінними ресурсами є лікарські рослини. Серед трав'яних видів на Черкащині заготовляють: грицики, деревій, звіробій, кропиву, конвалію, кульбабу, липу, материнку, мати-й-мачуху, омелу, пижму, полин, подорожник, пустирник, спориш, фіалку триколірну, хвощ польовий, цмин пісковий, череду, чебрець, чистотіл, ромашку тощо.

Ліси та лісовкриті площі займають 338,57 тис. га (площа земель, вкритих лісами, у порівнянні з минулим роком зменшилась на 0,13 тис. га). Площа забудованих земель області складає 84,45 тис. га (у порівнянні з минулим роком збільшилась на 0,25 тис. га).В області нараховується земель без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом 15,46 тис. га (площа земель без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом у порівнянні з минулим роком зменшилась на 0,04 тис. га). Під водою знаходиться 166,28 тис. га (у порівнянні з минулим роком площа земель під водою зменшилась на 0,02 тис. га).

Типовими ґрунтами для Черкаської області є чорноземи. На правобережжі області їхній склад строкатий: опідзолені чорноземи і темно-сірі лесові (опідзолені) ґрунти, сірі та ясно-сірі лесові (опідзолені), на лівобережжі - глибоко гумусні та лучні чорноземи.

Ліси ростуть здебільшого на узбережжях річок, степова рослинність поширена на вододілах. У районі Канева і на південний схід від нього переважають дубово-грабові ліси (дуб, граб, клен, липа, ясен), у південно-західній, південній і центральній частині - дубово-ясеневі та грабові ліси. Черкаський бір (сосна, дуб, клен, береза) - найпівденніша межа природного поширення наддніпрянських хвойних лісів на Україні. Загальна площа земель лісового фонду Черкаської області становить 345 тис.га (16,5% території

області).

2.3 Кліматичні умови

Клімат Черкаської області помірно-континентальний, порівняно теплий, з нестійким вологозабезпеченням. Зима малосніжна і м'яка, літо тепле і помірно вологе. Середня температура повітря за рік по області становить 7,9-8,7°С, однак по роках коливається в дуже широких межах: від 5,4°С (М Жашків) в 1987 р. до 10,1°С (М Чигирин) в 1989 р.

Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 3,2-3,6°С, середня температура липня (найтеплішого місяця) – 19,9-21,3°С. Абсолютний мінімум температури повітря по області зафіксований у 1987 року і становив 34,9°С морозу (09.01, М Канів), абсолютний максимум зафіксований у 2000 році і становив 37,6°С тепла (22.08, м. Сміла). 8 серпня 2010 року по м. Канів було перевищено максимальну температуру повітря в області за весь період спостережень - 40,1°С тепла.

Зимовий період на Черкащині триває 90-94 дні – з 26-29 листопада до 27 лютого по 1 березня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0°С у бік потепління та починається весна. Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5°С і вище) триває 214-218 днів, починається в середньому по області 29 березня по 1 квітня і закінчується 31 жовтня по 3 листопада.

Сума позитивних температур повітря вище 5°С за цей період змінюється від 3090°С на північному заході області до 3350°С на південному сході. Період активної вегетації с/г. культур (із середніми добовими температурами повітря 10°С і вище) триває 167–173 дні, змінюючись в окремі роки від 144 до 196 днів. Починається він 16-20 квітня і закінчується 3-6 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10°С за цей період змінюється від 2745°С на північному заході області до 3010°С на південному сході.

Режим зволоження території області створює в цілому позитивний баланс вологи в ґрунті. Проте у зв'язку з невеликою кількістю опадів в окремі роки, значну повторюваність мають ґрунтові засухи, які негативно впливають на розвиток с/г. культур. Помірна атмосферна засуха, яка часто поєднується із ґрунтовою у період активної вегетації с/г. культур (ГТК становить 0,7-0,9), має ймовірність 90% на всій території області, крім південного сходу області, де таку ж ймовірність має сувора атмосферна засуха (ГТК становить менше 0,7).

Відносна вологість повітря у теплий період року (квітень-жовтень) по області коливається від 63% весною до 80% восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить від 11 до 27 днів. За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації с/г. культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Черкаської області поділено на 2 агрокліматичні райони та підрайони (порівняно високого теплозабезпечення і нестійкого зволоження, достатнього теплозабезпечення і нестійкого зволоження; достатнього теплозабезпечення і достатнього зволоження).

У вегетаційний період на території області відмічається від 2 до 11 днів із суховіями різної інтенсивності. Серед інших несприятливих для с/г. культур явищ погоди на території області у вегетаційний період відмічаються град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи. Стійкий сніговий покрив місцями утворюється наприкінці листопада, на всій території області – в 2 декаді грудня, а руйнується здебільшого в першій, місцями в другій декаді березня.

Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму становить по області 75-88 днів, середня висота снігу за зиму – 5-9 см, тоді як максимальна висота в окремі роки досягає від 27 (м. Канів) до 93 см (м. Черкаси). Найбільша висота відмічалась у 1987 році.

В окремі зими сніговий покрив утворюється значно раніше – місцями в 3 декаді жовтня, та скрізь в 1 декаді листопада. Однак він не стійкий. Бувають роки, коли сніговий покрив скрізь руйнується в 1 декаді квітня, місцями навіть в 2 декаді квітня. В останні десятиріччя досить часто відмічаються роки без

сталого снігового покриву. Середня глибина промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 20 до 32 см.

Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму становить мінус 1,5-2,9°С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см відмічалася в 1993 р. на Лівобережжі і становила мінус 16,6°С .

Взимку, зазвичай, спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень-лютий по області коливається від 46 до 51. Після тривалих відлиг за наявності снігового покриву існує велика ймовірність його руйнування, що сприяє утворенню льодяної кірки на полях. Небезпечна для посівів льодяна кірка товщиною 10 мм і більше та тривалістю залягання три декади і більше відмічається у 15 % років (один раз за 6-7 років).

Основною причиною зміни клімату є використання викопного палива та неефективне споживання енергії, що виробляється. Внаслідок надмірної кількості газів, які утворюються в результаті діяльності підприємств енергетичного комплексу, транспорту, сільського господарства, промисловості, а також лісових пожеж, виникає утримання сонячного тепла у нижніх шарах атмосфери, не даючи йому повертатись до космосу.

3 МОДЕЛЬ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН НА АГРОЦЕНОЗИ

3.1.Роль мінеральних добрив в сучасній системі землеробства

Фізіологічно і аміачний, і нітратний азот практично рівноцінні. Однак аміачний азот у деяких випадках може пригнічувати ріст рослин. Це відбувається тоді, коли вони ослаблені перед зимівлею, містять мало вуглеводів, що гальмує зв'язування азоту в білки, та ін. Азотні добрива взаємодіють з ґрунтом неоднаково. Аміачний і нітратний азот засвоюються рослинами з різною швидкістю. Аміачний азот міститься в ґрунті у вигляді катіону, і тому обмінно вбирається ґрунтовим вбирним комплексом. Нітратний азот, який міститься в аніонній формі, переважно залишається в ґрунтовому розчині. В результаті аміачний азот засвоюється рослинами повільніше, ніж нітратний, і значно менше вимивається з ґрунту. Тому нітратні добрива доцільніше застосовувати в тих випадках, коли рослини повинні швидко засвоїти азот, наприклад при підживленнях. І навпаки, для передпосівного внесення в ґрунт ці добрива менш придатні, бо вони вимиваються ще до сівби. В такому випадку краще застосовувати аміачні добрива, азот яких фіксується ґрунтом.

На застосування азотних добрив істотно впливає їх реакція. Внесені в ґрунт добрива помітно змінюють реакцію ґрунтового розчину. При цьому характер такої зміни не завжди однозначний з характером хімічної реакції добрива. Такі зміни реакції, які відбуваються внаслідок використання рослинами компоненту добрив, називають фізіологічною реакцією. Можливу зміну реакції ґрунту в результаті внесення добрив треба враховувати при виборі добрив. Так, на ґрунтах, що мають кислу реакцію (підзолистих, болотних та ін.), краще застосовувати фізіологічно лужні, а на лужних ґрунтах – фізіологічно кислі добрива. Добрива з різною реакцією слід чергувати, щоб не відбувалося інтенсивної однобічної зміни реакції ґрунту. При значній кислотності добрив ґрунт нейтралізують вапном. Проте у всіх випадках треба враховувати і відношення до реакції середовища рослин [10].

Важливою характеристикою добрив є вміст у них поживного елемента, зокрема для азотних – азоту. Чим більший вміст елемента, тим добриво краще, в ньому міститься менше баласту. Добрива з малим вмістом баласту

економічно вигідніші: їх дешевше перевозити (в розрахунку на одиницю елементів живлення), дешевше і легше вносити в ґрунт. Отже, чим менший вміст баласту в добривах, тим вони агрономічно кращі. Однак зміна властивостей ґрунту внаслідок внесення добрив і, зокрема, його структури відбувається не лише під дією баласту, а й тієї його частини, яка використовується рослиною. Так, структуру ґрунту погіршує іон NH4. Тому аміачні добрива доцільно вносити з добривами, які містять кальцій і магній. Нітратні добрива (селітри) і особливо аміачна селітра мають високу гігроскопічність, тому вони дуже злежуються, втрачають сипкість, що утруднює внесення їх у ґрунт. Ці добрива слід зберігати в закритій тарі, в сухому приміщенні. Для збереження сипкості аміачної селітри та зниження її гігроскопічності це добриво гранулюють, тобто надають йому форми зерен (гранул).

Крім твердих азотних добрив, широко використовують рідкі азотні добрива: рідкий безводний аміак, аміачну воду й аміакати. Безводний аміак має високий тиск пари, тому на повітрі кипить і швидко випаровується. В зв'язку з цим транспортують і зберігають його в цистернах, розрахованих на високий тиск. Аміачна вода – водний розчин аміаку. Пружність пари аміаку цього добрива значно нижча, ніж у рідкого аміаку. Тому зберігати і транспортувати його значно легше. Спрощується і внесення його в ґрунт. Важливою якістю аміачної води є відносно дешеве виробництво її, порівняно просте використання і висока ефективність [11].

В рослинах фосфор зумовлює нормальний перебіг багатьох найважливіших процесів. При нестачі його порушується синтез вуглеводів (наприклад, знижується крохмалистість бульб картоплі, цукристість цукрових буряків тощо), уповільнюється розвиток рослин (дозрівання їх, розвиток кореневої системи), утворення репродуктивних органів, знижується зимостійкість озимих культур, погіршується якість урожаю та ін. Валовий вміст фосфору в ґрунтах змінюється в межах 0,1–0,25%, проте значна частина

його міститься у важкорозчинних сполуках, тому рослини часто відчувають нестачу його, яка поповнюється внесенням добрив.

Важкорозчинні фосфати і, зокрема, фосфоритне борошно застосовують лише на кислих ґрунтах, де фосфор цих добрив буде досить доступний рослинам. Проте і тут їх вносять у ґрунт, як правило, задовго до сівби і глибоко загортають (звичайно восени під плуг), щоб під дією кислот ґрунту важкорозчинні фосфати частково перейшли в більш розчинну, доступну рослинам форму.

На ґрунтах з нейтральною і особливо лужною реакціями застосовують більш розчинні фосфати, перш за все суперфосфат. Проте ці ґрунти, як правило, багаті на кальцій, який сполучається з іонами PO_4^{-3} з утворенням важкорозчинних сполук. В результаті доступність фосфору рослинам зменшується. Щоб зберегти доступність фосфору суперфосфату рослинам і запобігти переходу його у менш розчинні форми, треба зменшити тривалість контакту суперфосфату з ґрунтом, багатим на кальцій, та знизити площу зіткнення з ним добрив. Тому вносити суперфосфат в ґрунт треба лише безпосередньо під час сівби рослин або після сівби. Щоб зменшити контакт суперфосфату з ґрунтом, суперфосфат гранулюють, що знижує інтенсивність вбирання іона PO_4^{-3} і зберігає високу ефективність внесеного фосфору.

Гранульований суперфосфат менше пригнічує життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів, зручніший для внесення, менше злежується. Гранулювання суперфосфату є важливим заходом підвищення його ефективності.

У зв'язку з цим калій відіграє важливу роль в процесах транспортування по рослині вуглеводів, підсилюючи їх переміщення з листя до місць нагромадження (в бульби, коренеплоди і т.д.). Калій інтенсифікує синтез вуглеводів, впливає на стан колоїдів клітини, підвищує осмотичний тиск клітинного соку, підтримує тургор. Все це полегшує використання рослинами вологи при малому вмісті її в ґрунті, підвищує зимостійкість рослин, їх посухостійкість. Калій підвищує стійкість рослин проти хвороб, сприяє

нормальному розвитку рослин і, зокрема, формуванню репродуктивних органів. Особливо малий вміст калію в ґрунтах легкого механічного складу (піщаних і супіщаних) з малою ємністю вбирання, в ґрунтах заплав і болотних ґрунтах. Разом з тим винос калію з ґрунту рослинами звичайно перевищує винос ними фосфору, а іноді й азоту. Тому потреба в застосуванні калійних добрив виникає дуже часто.

Складні й змішані добрива. Складні добрива, порівняно з простими, мають ряд істотних переваг. Вони, як правило (за винятком змішаних), містять менше баласту, тому застосовувати їх економічно вигідно. Крім того, зменшується можлива негативна дія на ґрунт і рослини великих кількостей баласту. Проте негативною властивістю складних добрив є сталість їх складу, яка обмежує можливості застосування їх, оскільки в процесі росту і розвитку рослин елементи живлення треба вносити в різних співвідношеннях. Усі складні добрива містять елементи живлення в легкозасвоюваній рослинами формі.

3.2 Особливості застосування добрив

Систему удобрення в сівозмінах слід планувати з урахуванням надходження і втрат елементів живлення.

Водночас із посиленням ролі органічних добрив при переході на методи біологічного землеробства не передбачається повної відмови від застосування мінеральних добрив, вапна, гіпсу та мікроелементів. Стосовно до біологічного землеробства кількість внесених мінеральних добрив повинна компенсувати винос поживних речовин з урожаєм. Дози внесення їх повинні бути оптимально-мінімальними і відповідати принципу доцільної достатності, який забезпечує сталу продуктивність рослинництва, екологічно чистий стан навколишнього середовища, продуктів харчування і кормів. Цього досягають

шляхом зменшення доз мінеральних добрив, рекомендованих для інтенсивного землеробства, на 30 – 40%.

Одержання біологічно чистої рослинницької продукції пов'язане з оптимізацією азотного живлення рослин. Для цього необхідно ширше впроваджувати біологічні способи його регулювання, які забезпечують максимальне нагромадження атмосферного азоту в ґрунті. Для розрахунків доз азотних добрив використовують унікальну здатність багаторічних трав і однорічних бобових культур до азотфіксації, а також нормативні показники надходження азоту з атмосферними опадами, втрати Цього елемента при денітрифікації, вимиванні та внаслідок ерозії [12].

Роздрібнене внесення азотних добрив практично повністю виключає їх негативний еколого-токсикологічний ефект, а локальний спосіб дає можливість знижувати дозу мінеральних добрив на 25 – 35%. На еродованих ґрунтах схилів гній, фосфорні та калійні добрива рекомендується вносити під зяблеву оранку, азот – під культивацію перед посівом. Азотне підживлення озимих проводять після припинення стоку талих вод за методом Бузницького. Під ярі культури доцільно вносити повне мінеральне добриво перед весняною культивацією. На фоні ефективно діючого комплексу ґрунтозахисних заходів змивання азотних і калійних добрив зменшується на 20 – 30%, а слаборозчинних пестицидів і суперфосфату – на 80 – 90%.

3.3 Екологічні наслідки використання мінеральних добрив

В екологічному відношенні найбільш небезпечні промислові азотні добрива (так званий технічний азот) – основне джерело нітратного забруднення води, продуктів харчування і кормів.

Коли говорять про небезпеку нітратів для людини, звичайно мають на увазі й нітрити, які утворюються в організмі під дією мікрофлори кишечника і тканинних ферментів, а також N-нітрозоаміни. Загальновідомо, що нітрати й нітрити – нешкідливі форми азоту для рослин, є природними компонентами рослинного організму.

За здатністю нагромаджувати нітрати всі сільськогосподарські культури можна об'єднати в три групи. Головчастий салат, кріп, шпинат, редька, буряки столові акумулюють багато нітратів. Помідори, картоплю, огірки відкритого ґрунту, перець, баклажани, цибулю виділено в групу зниженої здатності до нагромадження нітратів.

Польові культури нагромаджують у зерні небагато нітратного азоту. Однак за певних умов зернові культури (озимі й кукурудза на зелений корм) можуть містити його надлишкову кількість у зеленій масі, а сира речовина багаторічних злакових трав містить набагато більше нітратів, ніж бобові (наприклад, конюшина) [13].

Нині агрохімічна служба в своїй практичній роботі по оцінці рівня нітратного забруднення рослинницької продукції використовує ГДК, які розроблені відповідними службами наведено в Таблиці 3.1.

Вміст нітрат-іона в кормах для сільськогосподарських тварин не повинен перевищувати 5 – 10 мг на 1 кг сирої продукції. ГДК нітратів у питній воді становить: за стандартом Всесвітньої організації здоров'я – 10 мг/л, у європейських країнах – 22, у США – 45 і в нашій країні – 10 мг/л. Максимально нешкідлива доза для людини – 5 мг на 1 кг маси тіла.

Таблиця 3.1 - Допустимий вміст нітратів у продукції рослинництва (Дегодюк Є. Г)

Продукти	ГДК, мг/кг сирої речовини (за нітрат-іоном)
Картопля	80

Капуста	300
Огірки	150
Томати	60
Кавуни, дині	45
Цибуля (перо)	400
Буряки	1400
Морква	300
Зелені корми	200

Ще одна з причин нагромадження нітратів полягає у низькій ефективності мінеральних добрив. Нітрати часто нагромаджуються не лише на фоні високих, але й за умов застосування низьких доз азоту. Як показала практика, це спостерігається при низькій культурі землеробства.

За даними Українського філіалу ЦІНАО, окупність добрив приростом урожаю зернових культур у 1988 р. становила 3,8 кг, або 81% до нормативу, по цукрових буряках – 80%, картоплі – 46%, а по овочах – 37%. Низька енергетична ефективність застосування добрив. Так, по соняшнику й овочах нагромаджена приростом урожаю енергія становила лише 65 – 67% енерговитрат на застосування добрив.

Наведені дані свідчать про неповне використання внесених добрив, значна частина яких забруднює ґрунт, підґрунтові води, водойми й сільськогосподарську продукцію.

Отже, спостерігається значна взаємодія між агрохімічними нормативами, які використовують при розробці рекомендацій для господарств, та ступенем екологічної небезпеки від їх реалізації.

Українським філіалом ЦІНАО спільно з іншими науково-дослідними інститутами розроблені більш досконалі в екологічному відношенні методика й нормативи для визначення доз добрив з урахуванням зростання врожаю, який можна одержати за конкретних умов, запланованого приросту, ступеня

інтенсивності вирощування культури, вмісту в ґрунті поживних речовин та післядії добрив, внесених під попередники.

Рекомендаціями по еколого-токсикологічному регламентуванню добрив передбачено вносити не більше 140 кг/га азоту під озиму пшеницю 120 кг/га, кукурудзу 120 кг/га, озиме жито і ячмінь 100 кг/га, цукрові буряки 160 кг/га, картоплю 120 кг/га, гречку 65 кг/га, просо 75 кг/га, під огірки й столові буряки 60 – 90 кг/га.

Агрономічна ефективність цих доз зростає, а їх негативний вплив на навколишнє середовище зменшується при роздрібненому внесенні відкоригованих доз азоту за результатами ґрунтової та рослинної діагностики. Комплексну діагностику, крім проведення її на посівах озимих зернових культур, слід ширше застосовувати на овочевих і баштанних культурах, картоплі, цукрових буряках і кукурудзі, тобто на всіх культурах, які інтенсивно удобрюють [14].

Регламентовані дози азотних добрив при правильному їх застосуванні безпечні в еколого-токсикологічному відношенні, оскільки вони визначені з урахуванням вмісту нітратів у рослинницькій продукції, біологічних особливостей сільськогосподарських культур, забезпеченості ґрунтів азотом, погодних і кліматичних умов, збалансованості мінерального живлення рослин та інших факторів. Але, як показала практика, обмеження доз азоту не завжди буває ефективним, тому що нітрати в рослинах нагромаджуються не лише залежно від доз добрив, а й від їх форм. Доведено, що нітратні форми азотних добрив сприяють більшому нагромадженню нітратів у рослинах, ніж аміачні та амідні. Застосування фосфорних і калійних добрив знижує вміст нітратів в урожаї, оскільки фосфор і калій позитивно впливають на відновлення нітратів до аміаку. Встановлено також, що наявність у ґрунті молібдену запобігає нагромадженню нітратного азоту в рослинах у токсичних концентраціях через те, що молібден бере участь у редукції нітратів.

Нагромадженню нітратного азоту сприяє загущеність посівів, його високий вміст у ґрунті, несприятливі погодні умови. При нестачі вологи й світла, різких перепадах температури кількість нітратів збільшується.

Нині агрохімічна наука має більш ніж достатньо доказів того, що під дією мінеральних добрив відбуваються зміни кислотно-основних властивостей ґрунтів.

В основі негативного впливу мінеральних добрив на кислотно-основні властивості ґрунту лежить процес біологічного окислення азоту й утворення кислот (у прикладі з сульфатом амонію - HNO_3 і $H_2 SO_4$). У ґрунті кислоти нейтралізуються, вступаючи у взаємодію з бікарбонатами ґрунтового розчину і катіонами вбирного комплексу [15].

Через деякий час у ґрунтовому вбирному комплексі, крім Н+ з'являється обмінни Al^{3+} , який токсичний для багатьох рослин. Вже при концентрації у розчині 2 мг/л А1 спостерігають різке погіршення розвитку кореневої системи, порушується вуглецевий, азотний, фосфатний обмін у рослинах. Вищі концентрації алюмінію призводять до різкого зниження врожаю зернових культур і навіть їхньої загибелі [16].

Нині у науковій літературі нагромаджено великий обсяг даних, які свідчать, що підвищення кислотності ґрунтового розчину може істотно впливати на рухомість у ґрунті багатьох хімічних елементів, у тому числі токсичних, тим самим активізуючи перехід їх у рослини та міграцію за профілем ґрунту. Вплив мінеральних добрив на геохімічні властивості ґрунтів проявляється не стільки у привнесенні низки елементів-забруднювачів, скільки у зміні особливостей міграції окремих груп ВМ, що зумовлює їхню рухомість. Змінюючи реакцію ґрунтового розчину, мінеральні добрива призводять до підвищення рухомості токсичних елементів і опосередковано діють на процеси переходу їх у рослини: зниження pH водної витяжки з 6,5 до 4,0 підвищує забруднення рослин токсичними елементами з 4 до 20 разів [17].

Найактивніше надходження ВМ із ґрунту в рослини відбувається за кислої реакції ґрунтового розчину, що підтверджується результатами

досліджень, проведених у тривалих дослідах з Cd, Pb, Ni, Cr, на різних ґрунтових відмінностях. Вапнування і внесення у ґрунт інших природних сорбентів дає змогу активно впливати на ці процеси. Але підвищення pH з метою зниження вмісту ВМ (зокрема кадмію) у продукції рослинництва ефективне не для всіх видів рослин. Ю. Алексєєвим було встановлено, що вапнування призводило до надходження кадмію у рослини ячменю і бобових культур.

Серед традиційних мінеральних добрив, які можуть активно впливати на кислотно-основні властивості ґрунту, найбільшою активністю характеризуються азотні, серед яких ті, що зміщують рівновагу ґрунтового розчину в бік: підкислення - аміачна селітра NH_4NO_3, аміак рідкий NH_3, аміак водний NH_4OH, сульфат амонію $(NH_4)_2SO_4$, сульфат амонію-натрію $(NH_4)_2SO_4 + Na_2SO_4$, хлористий амоній NH_4C1, сечовина (карбамід) $CO(NH_2)_2$; підлуження - натрієва селітра $NaNO_3$ (16% N), кальцієва селітра $Ca(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ (17,5% N).

На кислотно-основні властивості ґрунту, хоча і меншою мірою, впливають також калійні і фосфорні добрива. Серед калійних добрив на першому місці калімагнезія $K_2SO_4 MgSO_4$; на другому - K_2SO_4 і на третьому - КС1. Калійні добрива, де присутній іон SO_4^{2-}, спричиняють збільшення розчинності алюмінію, й обмінна кислотність зумовлена саме його вмістом. Фосфорні добрива здебільшого мало впливають на зміну кислотно-основних властивостей ґрунтів - вони здатні спричиняти лише слабке підкислення (суперфосфати), або дещо знижувати кислотність ґрунту (преципітат, мартенівський шлам, знефторений фосфат, фосфоритне борошно) [18].

Поступово нагромаджено дані, які свідчать, що при систематичному застосуванні добрив спостерігають тенденції до підвищення валового вмісту ВМ, на фоні чого відбувається істотне збільшення кількості їхніх рухомих сполук у ґрунті. Так, Ю. Потатуєвою зі співробітниками [19] встановлено, що систематичне тривале (60 років) застосування баластних та концентрованих

мінеральних добрив на дерново-підзолистому ґрунті призвело до нагромадження рухомих форм Cd, Mn, Mo.

Як правило, внесення азотних добрив призводить до підвищення рухомості Mn, Fe, Zn, Cd у ґрунтах і практично не змінює рухомості Cu і Ni, а рухомість РЬ при цьому знижується. Фосфорні добрива зменшують рухомість ВМ у ґрунті в результаті утворення важкорозчинних фосфатів металів. Калійні добрива менше, ніж азотні і фосфорні впливають на зміну рухомості металів.

Слід зазначити, що застосування фосфорних добрив призводить не лише до підвищення загального вмісту фтору у ґрунті, але й до погіршення біологічної активності ґрунту та швидкого нагромадження фтору безпосередньо доступного рослинам, яке, може становити 90%, порівняно з контролем.

У підвищених кількостях хлор негативно впливає на сільськогосподарські рослини. Характер його дії проявляється у зниженні кількості хлорофілу у листі, інтенсивності фотосинтезу, погіршенні водного режиму і транспірації. Хлор має високу здатність до горизонтальної та вертикальної міграції, поряд з цим він може рухатися з висхідними потоками води . Негативна дія хлору найбільше проявляється на піщаних ґрунтах, які мають підвищену кислотність. На дерново-підзолистих ґрунтах в орному шарі при внесенні калійних добрив, що містять хлор, вміст цього елемента може зростати на 60-290% залежно від виду культури, умов зволоження та інших факторів [20].

Мінеральні добрива, що містять фосфор, можуть призводити до збільшення у землях сільськогосподарського використання хімічних елементів, які мають природну радіоактивність. Відомо, що у деяких штатах США концентрація урану-238 у ґрунтах за 80 років застосування фосфорних добрив збільшилася удвічі. Подібне явище спостерігали також у Німеччині, де на окультурених ґрунтах вміст природнорадіоактивних елементів (урану і радію) на 6-9% вище, ніж на неокультурених. У ґрунт з простим суперфосфатом надходить значна кількість стабільного стронцію [21].

Серед хімічних елементів I класу небезпечності (Cd, Pb, As, F), що надходять у агроекосистеми з мінеральними добривами, найбільше внесено фтору. Його кількість, що надходить на сільськогосподарські угіддя у цілому по Україні у різні періоди, може коливатися в межах 89-340 тис т. Надходження свинцю дещо менше - 54-560 т, кадмію та миш'яку - 7,2-91,5 і 19,2-27,6 т відповідно.

За розмірами надходження в агроекосистеми з мінеральними добривами хімічні елементи 1 класу небезпечності можна розмістити у низхідній послідовності: F> Pb> As> Cd .

Органічні добрива відіграють роль біоконцентраторів і рециркуляторів БАЕ в агроекосистемах, з ними в грунт надходить близько 60% загальної кількості БАЕ. Використання низькоконцентрованих фосфорних добрив може у кілька разів збільшувати надходження БАЕ в агроекосистеми.

На рисунку 3.1 наведено мінеральну систему добрив (В. П. Патика)
З рисунку видно, що при мінеральній системі удобрення найбільше вносяться фосфорні добрива – 69%, вапно – 13%, азотні добрива – 12%, калійні добрива – 6%.

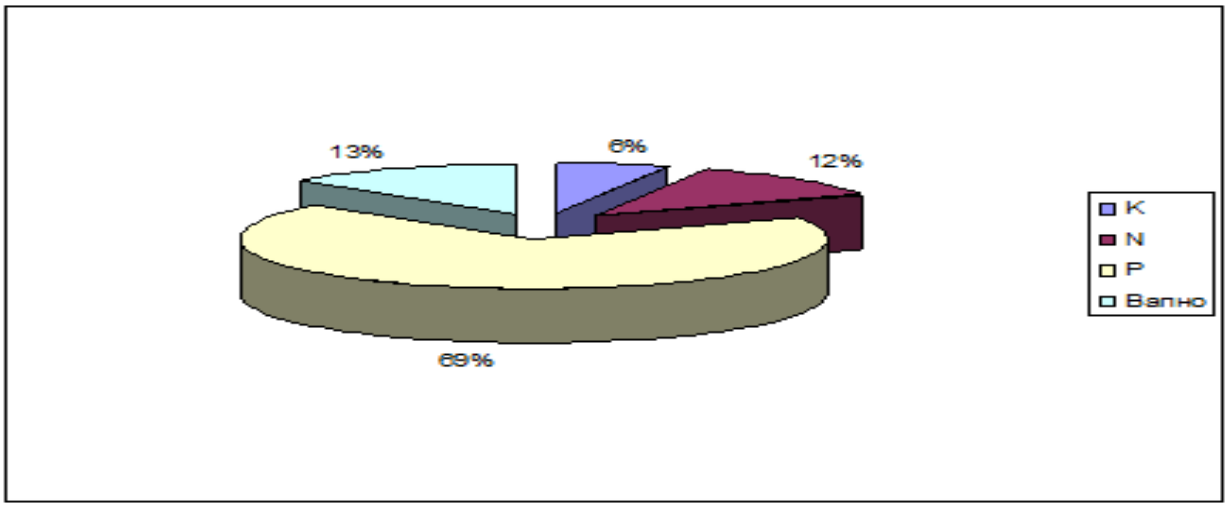

Рис. 3.1 - Мінеральна система удобрення (В. П. Патика)

На рисунку 3.2 наведено органо - мінеральну систему добрив (В. П. Патика)

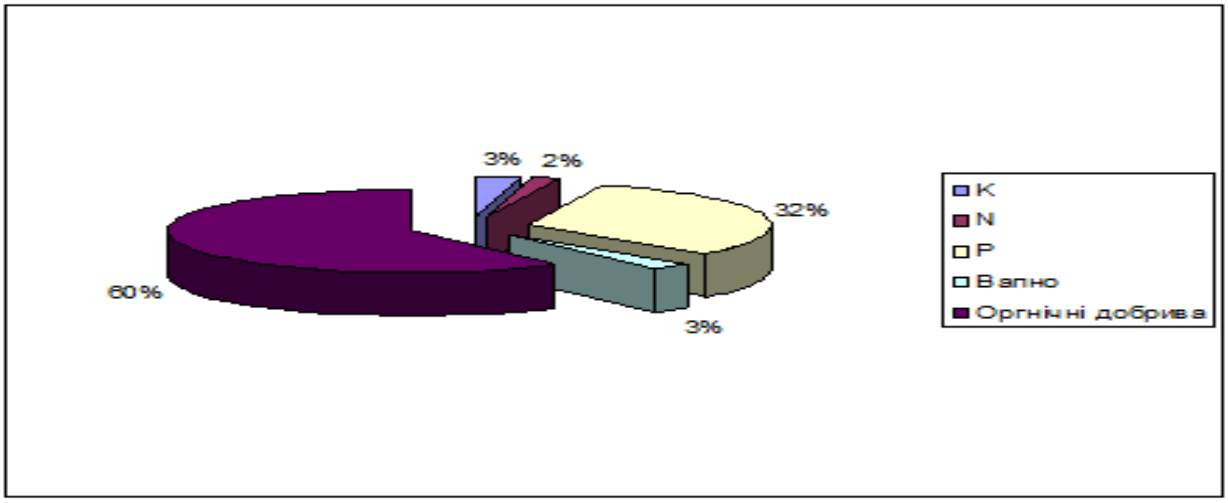

Рис. 3.2 - Органо - мінеральна система удобрення (В. П. Патика)

Аналізуючи діаграмму можна сказати, що при органо-мінеральної системи удобрення найбільше вносяться органічні добрива - 60%, фосфорні – 32%, вапно- 3%, калійні добрива – 3%, азотні – 2%.

3. 4 Модель впливу мінерального живлення на рослини

Структура моделі визначається виходячи з закономірностей формування гідрометеорологічного режиму в системі "грунт - рослина - атмосфера" і

біологічних уявлень про ріст і розвиток природної чагарникової рослинності під впливом чинників зовнішнього середовища. У основі моделі лежить система рівнянь радіаційного, теплового і водного балансів, балансу біомаси і радіонуклідів у рослинному покриві.

Радіаційний баланс рослинного покриву можна уявити у вигляді суми довгохвильової і короткохвильової радіації:

$$R_L = Q_L + F_L ; \tag{3.1}$$

$$R_S = Q_S + F_S , \tag{3.2}$$

де R_L і R_S - радіаційний баланс рослинного покриву (РП) і поверхні ґрунту (ПГ); Q_L, Q_S - кількість поглиненої короткохвильової радіації РП і ПГ; F_L, F_S - величини балансу довгохвильової радіації РП і ПГ.

Величина балансу довгохвильової радіації визначається за допомогою наступних формул:

$$F_L = (F_A + \varepsilon_S \sigma T_S^4 - 2\varepsilon_L \sigma T_L^4)(1 - e^{-kL}), \tag{3.3}$$

$$F_S = F_A e^{-kL} - \varepsilon_S \sigma T_S^4 + \varepsilon_L \sigma T_L^4 (1 - e^{-kL}), \tag{3.4}$$

де F_A - противипромінювання атмосфери; ε_L і ε_S - коефіцієнти сірості листя; σ - стала Стефана-Больцмана; T_L і T_S - температура листя і ґрунту; k - емпіричний параметр орієнтації листя [22].

Вологоперенесення у ґрунті. Рівняння потоку води в системі "грунт - корінь" розглядається аналогічно одночасно як насичене і ненасичене середовище:

$$\frac{\partial\psi}{\partial t} = \frac{1}{C(\psi)}\frac{\partial}{\partial z}\left[K(\Theta)\left(\frac{\partial\psi}{\partial z}+1\right)\right] - \frac{S(\psi)}{C(\psi)}, \qquad (3.5)$$

де $\frac{\partial\psi}{\partial t}$ - потенціал тиску ґрунтової вологи; $C(\psi) = \frac{d\Theta}{d\psi}$ - диференціальна вологоємність; K(Θ) - гідравлічна провідність; S(ψ) - поглинання вологи коренями; t – час; z - вертикальна координата.

Транспірація рослинного покриву визначається за допомогою формули Пенмана:

$$T_r = \frac{\Delta\left(\frac{R_L}{\lambda}\right)}{\Delta+\gamma_{ef}} + \frac{ET_{pot}}{\Delta+\gamma_{ef}}, \qquad (3.6)$$

де $\Delta\left(\frac{R_L}{\lambda}\right)$ - нахил кривої залежності тиску насиченої водяної пари від температури повітря; γ_{ef} - ефективна психрометрична постійна; R_L - радіаційний баланс РП; ET_{pot} - випаровуваність.

Випаровуваність визначається за допомогою рівняння:

$$ET_{pot} = \frac{(e_s - e_a)\rho c_p}{r_a}, \qquad (3.7)$$

де e_s - тиск насиченої пари при даній температурі повітря; e_a- фактичний тиск водяної пари; ρ - щільність повітря; c_p- теплоємність повітря; r_a- опір примежового шару.

Випаровування із поверхні ґрунту E_S визначається як:

$$E_S = \frac{(\Delta R_S)1,26}{\Delta+\gamma}, \qquad (3.8)$$

Фонд вільних вуглеводів рослин на кожному часовому кроці являє собою баланс продуктів фотосинтезу і продуктів розпаду тканин, які старіють, а також витрат на дихання:

$$\frac{dC_{lab}}{dt} = \Phi + C_{hydr} - R, \tag{3.9}$$

де C_{lab} - фонд вільних вуглеводів; Ф - маса продуктів фотосинтезу посіву; C_{hydr} - маса вуглеводів, що утворюються при розпаді тканин, які старіють; R - витрати вуглеводів на дихання посіву.

Процес фотосинтезу листя описується з враховуванням впливу на фотосинтез рівня мінерального живлення, фази розвитку рослин, температурного режиму і вологозабезпеченості посівів:

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{1}{1/\Phi_{pot} K_{\Phi}(N^{L}_{str}) + 1/a_C C_0 + 1/a_{\Phi}\Pi} \min\left\{\alpha_{\Phi}, \Psi_{\Phi}, \frac{ET}{ET_{pot}}\right\}, \tag{3.10}$$

де Φ_{pot} - інтенсивність потенційного фотосинтезу; а - нахил вуглекислотної кривої фотосинтезу; C_0 - концентрація CO_2 у повітрі; а - нахил світлової кривої фотосинтезу; П - поглинена рослинним покривом фотосинтетично активна радіація; α_{Φ} - онтогенетична крива фотосинтезу; Ψ_{Φ} - температурна крива фотосинтезу; $K_{\Phi}(N^{L}_{str})$ - коефіцієнт забезпеченості рослин елементами мінерального живлення.

Приймається, що формування фонду вільного азоту на кожному часовому кроці йде за рахунок поглинання азоту з ґрунту, продуктів розпаду тканин і витрат на відновлення життєдіяльних структур тканин:

$$\frac{dN_{lab}}{dt} = N_{abs} + N_{hyd} - N_{sen}, \tag{3.11}$$

де N_{lab} - фонд вільного азоту; N_{abs} - кількість поглиненого з ґрунту азоту; N_{hydr} - кількість азоту, що утвориться при розпаді білка; N_{sen} - витрати на відновлення білка.

Процес поглинання азоту рослиною з ґрунту йде активним шляхом і пасивним – виносом азоту з транспіраційною течією.

$$\frac{dN_{abs}}{dt} = \frac{N_{abs}^{\max} \overline{N}_{s.r.} m_r^n}{K_{abs}^N + \overline{N}_{s.r.}} K_{abs}^N(T_s) + T\ \overline{N}_{s.w.}, \tag{3.12}$$

де $N_{abs}^{\max}$ - максимальна швидкість поглинання азоту коренем; $\overline{N}_{s.r.}, \overline{N}_{s.w.}$ - концентрація азоту відповідно на поверхні коріння і в грунтовому розчині; K_{abs}^N - константа Міхаеліса-Ментен; $K_{abs}^N(T_s)$ - функція впливу температури ґрунту на швидкість поглинання азоту коренем .

Динаміка біомаси надземної і підземної частин рослин та окремих органів визначається з врахуванням потреб цих частин рослин в асимілятах.

Приріст маси знаходиться як сума вільних вуглеводів і азоту:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{dC_{lab}}{dt} + \frac{dN_{lab}}{dt}. \tag{3.13}$$

Розподілення приросту маси між надземною і підземною частинами рослин виконується за допомогою рівняння виду:

$$\frac{dm_{shoot}}{dt} = \beta_{shoot}^m \frac{dm}{dt}, \tag{3.14}$$

$$\frac{dm_{root}}{dt} = \left(1 - \beta_{shoot}^m\right) \frac{dm}{dt}, \tag{3.15}$$

де β_{shoot}^m - співвідношення надземної і підземної частин рослин.

3.5 Моделювання мінерального живлення рослин та його наслідки

Вплив забезпеченості елементами мінерального живлення на продуктивний процес рослин визначається нами за принципом Лібіха з урахуванням функції забезпеченості азотом $К_N$, фосфором $К_P$ і калієм $К_K$:

$$К\ (NPK) = \min\ (К_N, К_P, К_K) \quad (3.16)$$

де К(NPK) – коефіцієнт забезпечення рослин елементами мінерального живлення.

Значення функцій найбільш можливого азотного, фосфорного і калійного живлення визначаються по таких рівняннях:

$$К_N = (N/N_{opt})^{1..35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - N/N_{opt})] \quad (3.17)$$

$$К_P = (P/P_{opt})^{1..35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - P/P_{opt})] \quad (3.18)$$

$$К_K = (K/K_{opt})^{1..35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - K/K_{opt})] \quad (3.19)$$

де N – сумарна кількість N, P_2O_5, $К_2O$ еквівалентне використаному мінеральному добриву, кг/га;

N_{opt}, P_{opt}, $К_{opt}$ – оптимальна кількість N P_2O_5, К2О, необхідне для отримання максимального урожаю, кг/га.

Сумарна кількість N, P_2O_5, $К_2O$ розраховуватиметься по формулах:

$$N = m_N N_n + N_m + m_{NO} N_O \quad (3.20)$$

$$P = m_P P_n + P_m + m_{PO} P_O \quad (3.22)$$

$$К = m_K K_n + K_m + m_{KO} K_O \quad (3.22)$$

де m_N,m_P,m_K – коефіцієнти еквівалентності легкогідролізного азоту (m_N), по Корнфілду, рухомому фосфору (m_P) і калію (m_K), по Кирсанову, в ґрунті, кг/мг100г;

m_{NO}, m_{PO}, m_{KO} – коефіцієнти еквівалентності азоту (m_{NO}), фосфору (m_{PO}) і калія (m_{KO}) органічного добрива, кг/кг;

N_n, P_n, K_n – легко гідролізний азот (N_n) рухомий фосфор (P_n) і калій (K_n) в рік проведення аналізу, мг/100г ґрунту;

N_O, P_O, K_O –азот, фосфор і калій органічного добрива, яке вносилося в рік отримання урожаю, кг/га;

N_m, P_m, K_m – азот, фосфор і калій мінерального добрива, яке вносилося в рік отримання урожаю, кг/га.

Розглядається також поглинання азоту активним і пасивним шляхом:

$$\Delta N / \Delta T = [(N_{max} \cdot N_{сер.} \cdot m_{г}) / N_0 \cdot N_n] \cdot K \cdot E \cdot N_p \qquad (3.23)$$

де $\Delta N / \Delta T$ - швидкість поглинання азоту корінням рослин, мгN$м^2$доб$^{-1}$;

N_{max} - максимально можлива швидкість поглинання азоту корінням, мгNкг$^{-1}$; $N_{сер}$ - середня кількість азоту у шарі ґрунту; N_n концентрація доступного азоту біля поверхні кореня, гм$^{-2}$; $m_{г}$– маса кореня, гм$^{-2}$; N_0 – початкова кількість азоту у шарі ґрунту; К – константа Михаеліса-Ментен, мгNкг$^{-1}$; Е – інтенсивність транспірації, кгм-2доб$^{-1}$; N_p – концентрація доступного азоту в ґрунтовому розчині, мгNкг$^{-1}$ [23].

Екотоксикологічна оцінка небезпечності хімічних речовин передбачає вивчення їхньої поведінки у ґрунтовій, водній та наземній екосистемі. Для оцінки забруднення водних екосистем хімічними речовинами запропоновано використовувати критерії ГДК, персистентності, показники гострої та хронічної токсичності для риб, дафній, водоростей, коефіцієнти біокумуляції тощо. Вплив хімічних речовин на біоту надземної екосистеми - птахів та корисних комах - визначають на основі показників $ЛД_{50}$ і $ЛК_{50}$, які є критерієм екотоксикологічної оцінки ступеня небезпечності [24].

У таблиці 3.2 наведено класи небезпечності екзогенних хімічних речовин, які містяться у ґрунті, за якою у подальшому буде виконано оцінку.

Таблиця 3.2 - Класи небезпечності екзогенних хімічних речовин, які містяться у ґрунті (Марчук І. У.)

Показники	Класи небезпечності		
	I	II	III
Токсичність (ЛД50 мг/кг маси тварини)	50-200	200-1000	> 1000
Стабільність у грунті, міс.	> 12	12-6	<6
Міграція : у ґрунті, см	60^0	40-21	20-0
у повітря	>ГДК	= ГДК	<гдк
У воду	>гдк	= гдк	<гдк
Перехід у рослини:	>3	3-1	< 1
Вплив на харчову цінність	впливає	Впливає	Не
Вплив на санітарний стан грунту	те саме	те сааме	те сааме

Загальна екотоксикологічна оцінка мінеральних добрив має базуватися на оцінці окремих їхніх компонентів, які можуть становити небезпеку у процесі надходження у природне середовище.

Прогноз ризику застосування мінеральних добрив грунтується на визначенні часу досягнення критичної концентрації у грунті елементів, що підлягають контролю ($T_к$).

Час досягнення критичної концентрації токсикантів у грунті ($T_к$) являє собою відношення можливого додаткового надходження токсичних елементів з добривом (A) до фактичного (G):

$$T_к = A/G \text{ (роки)} \quad (3.24)$$

Можливе додаткове внесення токсичних елементів у ґрунт з добривом можна розрахувати як щодо рівня ГДК, так і щодо фонового вмісту хімічних елементів у ґрунті:

$$A = (ГДК\text{-}F)\ 3\ 000\ 000\ k_t, \quad (3.25)$$

$$A = 2F\text{-}3\ 000\ 000\ k_t, \quad (3.26)$$

де, А - можливе додаткове внесення токсичних елементів у ґрунт з добривом, мг/га; ГДК - гранично допустима концентрація, мг/кг; F - фоновий вміст токсичного елемента у ґрунті, мг/кг; З 000 000 - маса орного шару ґрунту в перерахунку на суху речовину, кг/га; k_t - коефіцієнт стійкості, що враховує властивості ґрунту і відображує здатність ґрунту утримувати хімічні елементи у фіксованому стані, бал.

3.6 Визначення загального виносу біогенних речовин з поверхні ґрунту

Відомо, що розрахунок виносу біогенних речовин із складу агрохімікатів, що вносяться у ґрунти, є виключно важливою задачею, оскільки ці речовини виносяться поверхневим і підземним стоками у водойми та водотоки й самим активним способом змінюють їх екологічний стан .

Існує декілька підходів щодо оцінки кількості біогенних речовин, що виносяться.

Перший підхід засновано на рішенні системи диференціальних рівнянь, який описує процеси водоутворення і поверхневого стоку; процеси вертикальної інфільтрації та внутрішньогрунтового стоку, процеси змиву, транспортування і відкладення твердих часток; процеси розводження й трансформації домішки у потоці. Зазначений підхід вимагає детальнішого завдання вихідної інформації у просторі і часі. Цей спосіб дозволяє розраховувати винос біогенних речовин з високим ступенем точності, хоча і являє собою вельми складну задачу, виходячи із відсутності детальних даних,

складності й дорожнечі розрахунку. Тому сьогодні зазначений підхід використовується у наукових і дуже відповідальних господарських проектах.

Крім вказаного, існує і другий - концептуальний підхід, який з меншою точністю, але з більшою практичною доцільністю використовується сьогодні у інженерній практиці. У основу одного із концептуальних методів, які використовуються нами у цій методичній вказівці, покладені рекомендації по оцінці виносу біогенних речовин поверхневим стоком, розроблені ВАСГНІЛ та відділом землеробства й хімізації сільського господарства, ВНДІ землеробства і захисту ґрунтів від ерозії.

Біогенні елементи поступають у гідрографічну мережу від точкових та площадних джерел, розташованих у прибровочних зонах (до 500 м), улоговин, лощин та балок або у водоохоронних зонах рік.

Розрахунок виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь (площадні джерела) проводять на основі відомих агрохімічних залежностей, які зв'язують кількість речовин, що виносяться з властивостями ґрунту, видами та врожайністю сільськогосподарських культур.

Розрахункове рівняння для визначення виносу біогенів з ґрунту базується на врожайності сільськогосподарських культур як на інтегральному показнику стану декількох базових факторів (ґрунт, метеорологічні умови, тривалість вегетаційного періоду, кількість добрив, які використовуються, засобів їх внесення та ін.) [25].

Питомий винос біогенів з площі, зайнятою *i*–ю сільськогосподарською культурою (R_i), визначають за формулою:

$$R_i = \alpha_N k_i y_i + \alpha_p k_i y_i + \alpha_K k_i y_i \qquad (3.27)$$

де $\alpha_N, \alpha_p, \alpha_K$ – відповідно коефіцієнти виносу азоту, фосфору та калію для різних ґрунтових умов та сільськогосподарських культур (табличні дані);

k_i – винос біогенів з ґрунту з урожаєм, кг/т (наведено у таблиці 3.3);

y_i – фактична врожайність сільськогосподарської культури.

У таблиці 3.3 представлені коефіцієнти виносу біогенних речовин.

Таблиця 3.3 – Коефіцієнти виносу біогенних речовин

Культура	Ґрунти	α_N	α_p	α_K
Озима пшениця	Дерново-підзолисті, чорноземи звичайні	0,16	0,12	0,07
Ярі зернові (колоскові)	Усі ґрунти	0,3	0,08	0,26
Картопля	Дерново-підзолисті,	0,25	0,18	0,32
	Чорноземи опідзолені та вилужені	0,13	0,12	0,21
Багаторічні трави	Усі ґрунти	0,55	0,2	0,42

Відповідно загальний винос біогенних речовин з водоохоронної зони річки або іншого водного об’єкту визначають за формулою:

$$\sum W_{ПЛ} = \sum_{i=1}^{n} R_i S_i \qquad (3.28)$$

де $\sum W_{ПЛ}$ – загальний виніс біогенів з площі водоохоронної зони, кг/у рік;

R_i – питомий виніс біогенів з площі, зайнятої сільськогосподарською культурою; n – кількість сільськогосподарських культур на площі водоохоронної зони; S_i –площа, яка зайнята сільськогосподарською культурою, га.

При розрахунках використовують значення врожайності культури за прогнозом. У Таблиці 3.4 наведено виніс біогенів з ґрунту з врожаєм сільськогосподарських культур, кг/т (Кірюшін В.І). Площу, зайняту культурою, визначають за фактичними даними господарства про структуру посівів у водоохоронній зоні річки.

Таблиця 3.4 – Винос біогенів з ґрунту з врожаєм сільськогосподарських культур, кг/т (Кірюшін В.І)

Культура	Ґрунти	N	P	K
Озима пшениця	дерново-підзолисті	34,0	9,0	20,0
	чорноземи звичайні	29,0	10,0	27,0
Яра пшениця	дерново-підзолисті	33,0	14,0	26,0
	чорноземи звичайні	40,0	11,0	23,0
	каштанові	42,0	10,0	32,0
Ярий ячмінь	дерново-підзолисті	26,0	10,4	17,0
	чорноземи звичайні	30,4	11,4	22,0
Картопля	дерново-підзолисті	5,0	1,5	7,0
Кормові та багаторічні трави	Усі ґрунти	17,6	6,3	19,5

Початкову кількість внесених біогенних елементів визначають за формулою (4.22):

$$W_{ИСХ} = \sum_{j=1}^{m} \Phi_{M_j} W_{CP_j} \qquad (3.29)$$

де $W_{исх}$ – вихідна кількість внесених у ґрунт біогенів, кг/рік; m – кількість видів добрив; Φ_{M_j} – фізична маса j-го виду добрив, що вносяться, т; W_{CP_j} – середній вміст біогенних елементів у добриві j-го виду.

Фізичну масу добрив розраховують за формулою:

$$\Phi_{M_j} = \sum_{j=1}^{m} S_j N_j \qquad (3.30)$$

де S_j– площа внесення j -го добрива, га; N_j– норма внесення j-го добрива, т/га.

Використовуючи дані таблиці 3.4, можна визначити долю втрат біогенних елементів та розрахувати їх сумарний винос з ділянки внаслідок порушень технології ($W_{ПОТ}$, кг/рік) за формулою:

$$\sum W_{ПОТ} = \sum_{j=1}^{m} W_{ИСХ_j} q_j \qquad (3.31)$$

де q_j– доля втрат біогенних елементів в наслідок порушень технології внесення j –го добрива;

$W_{ИСХ_j}$ – вихідна кількість внесення біогенних добрив j–го вида, кг/рік.

У таблиці 3.5 наведені втрати добрив в наслідок порушень технологій їх використання, % (Кірюшін В.І).

Таблиця 3.5 Втрати добрив в наслідок порушень технологій їх використання, % (Кірюшін В.І).

Вид добрива	Рівень технологій		
	Високий	Середній	Низький
Органічні	5	10	20
Мінеральні	2	4	6

Загальна величина виносу біогенів ($W_{об}$, кг/рік) буде складати [25]:

$$W_{об} = \Sigma W_{ПЛ} + \Sigma W_{ПОТ}, \qquad (3.32)$$

а коефіцієнт втрат :

$$\alpha_{ПОТ} = W_{об} / W_{ИСХ} \qquad (3.33)$$

За здатністю нагромаджувати нітрати всі сільськогосподарські культури можна об'єднати в три групи. Головчастий салат, кріп, шпинат, редька, буряки столові акумулюють багато нітратів. Помідори, картоплю, огірки відкритого ґрунту, перець, баклажани, цибулю виділено в групу зниженої здатності до нагромадження нітратів.

Проте для застосування добрив на екологічній основі цих загальних відомостей недостатньо. Необхідно мати науково обґрунтовані нормативні показники гранично допустимих концентрацій.У таблиці 3.6 наведені дані про використання поживних речовин з мінеральних добрив, які отримані для культур, які є основними для вирощування на даній території.

Таблиця 3.6 - Використання поживних речовин з мінеральних добрив

Культура	Коефіцієнт використання, %			Культура	Коефіцієнт використання, %		
	N	P	K		N	P	K
Озима пшениця	28,7	11,1	32,6	Цукрові буряки	37,8	10,6	41,9
				Картопля	43,9	10,7	51,8
Ярий ячмінь	27,5	10,9	28,1	Соняшник	33,7	11,5	77,0
Кукурудза				Капуста	33,1	15,7	77,8
на зерно	26,2	9,1	29,1	Огірки	24,0	9,4	33,4
на силос	29,4	8,2	24,9	Томати	43,5	11,8	65,7

Калійні мінеральні добрива небезпечні насамперед вмістом хлору, який погіршує якість урожаю (картоплі, овочів, винограду, тютюну, цитрусових і прядивних культур). Підвищений вміст калію в кормових травах може призвести до отруєння тварин, а застосування високих доз калійних добрив – до забруднення водойм.

4 ОЦІНКА АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГРУНТІВ

4.1 Еколого – агрохімічна оцінка

Агропотенціал є критерієм продуктивної здатності ґрунтів і відображає врожайність відповідної сільськогосподарської культури конкретного за еколого-генетичним статусом і гранулометрією ґрунту, співвіднесену до середньо-багаторічних гідрометричних показників місць його розташування. Він інтегрально відображає родючість через забезпечення потреб рослин у поживних речовинах, повітрі, воді, теплі, сприятливому за фізичними й біологічними властивостями середовищі. Комфортність цих чинників унаслідок природник ресурсів ґрунту ідентифікується через агроґрунтовий потенціал природної родючості, а в разі застосування додаткових матеріальних ресурсів у вигляді добрив і меліорантів в оптимальних обсягах, проведенні осушення, зрошення тощо віддзеркалює агроґрунтовий потенціал ефективної родючості. Цей потенціал забезпечує повне уявлення про ресурсний потенціал ґрунту.

Забезпечення стрімко зростаючого населення Землі (щорічний приріст 75-95 млн. чол.) продуктами харчування - першочергове завдання сучасного сільськогосподарського виробництва. Якість життя людини визначається отриманням повноцінного, екологічно безпечного харчування за умови дотримання екологічної чистоти навколишнього середовища.

Інтенсивна система землеробства сприяє підвищенню енергії росту рослин, прискорює їхнє дозрівання й забезпечує одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур. Поряд з цим екологічне навантаження на агроекосистему надмірне й характеризується: порушенням або ліквідацією близьких до природних біотопів та елементів ландшафту, збідненням видового складу; забрудненням підґрунтових вод залишковими кількостями нітратів, засобами захисту і стимуляції рослин, важкими металами, радіонуклідами та метаболітами; деградацією оброблюваних ґрунтів у разі застосування непродуманих, енергоємних, агротехнічних та агрохімічних прийомів та зрошення (внаслідок водної та вітрової ерозії, засолення й осолонцювання, підкислення й підвищення лужності, зменшення вмісту органічної речовини й декальцинації, запливання та ін.); забрудненням

оброблюваних ґрунтів засобами хімізації, які використовують під запланований урожай (ЗЗР, стимулятори росту, добрива) та порушують процеси саморегуляції й самоочищення ґрунтів, зменшують біологічну активність ґрунтів, погіршують стійкість мікробного ценозу та загалом зменшують родючість і продуктивність цих ґрунтів; забрудненням поверхневих вод (змив ґрунту, поживних речовин, засобів хімізації); зменшенням харчової якості продукції (залишки шкідливих речовин, погіршення енергетичної цінності) у разі застосування засобів хімізації.

Слід зауважити, що ця система землеробства хоч і охоплює найбільші території, які перебувають у сільськогосподарському виробництві, проте вона найбільш енерговитратна, екологічно незбалансована.

В складі Черкаської області є 20 районів. На рисунку 4.1 було розглянуто середній вміст фосфору в межах грунтів сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг). Мінімальний вміст фосфору знаходиться в Чигиринському районі (99мг/кг),максимальний – Черкаський (158 мг/кг), в обласному центрі, що знаходиться на р. Дніпро. Середній вміст фосфору по області складає 132 мг/кг. З 20 районів Чигиринський (99 мг/кг) район характеризується середнім вмістом фосфору (51-100 мг/кг). Черкаський (158мг/кг), Маньківський (153мг/кг), Монастерищенський (153мг/кг) райони характеризуються високим вмістом фосфору (151-250 мг/кг). Всі інші 16-ть районів характеризуються підвищеним вмістом фосфору (101-150 мг/кг) – класифікація за методом Кірсанова.

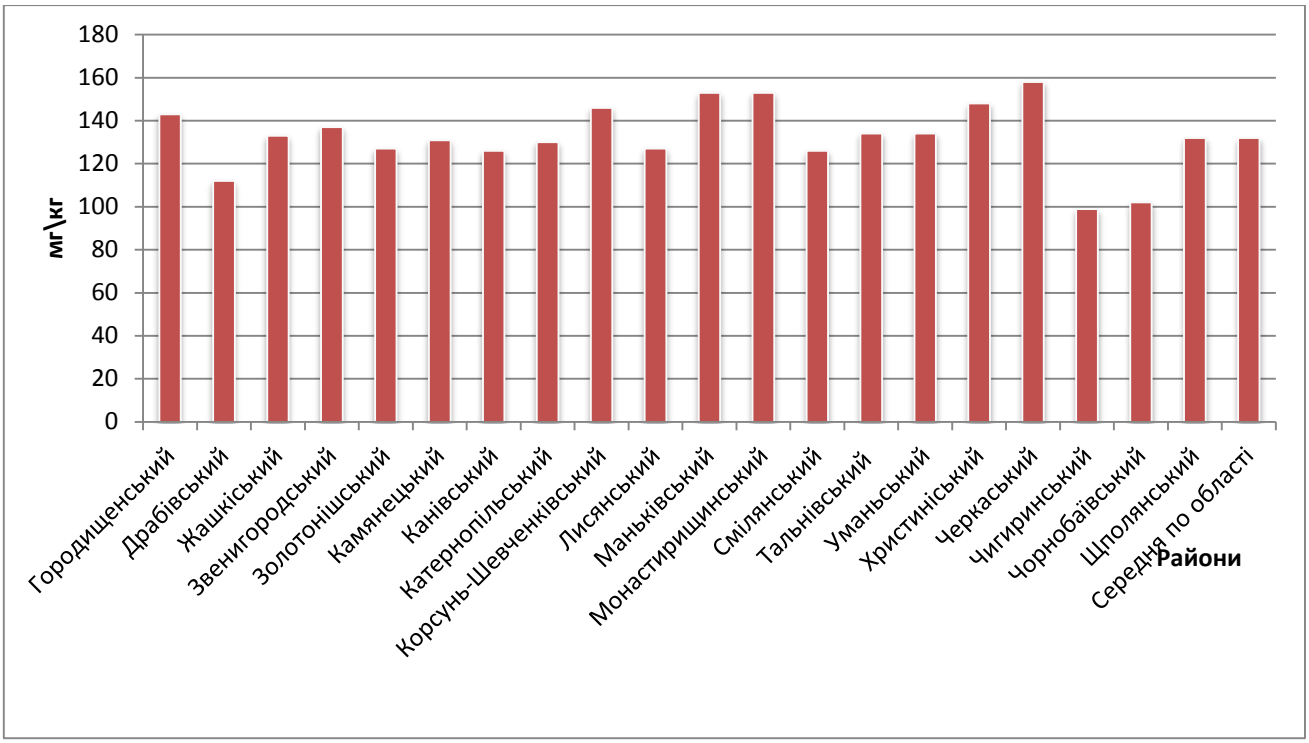

Рис. 4.1 - Вміст фосфору в грунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг).

В даній області було розглянуто, якість грунту на основі відношення кисих грунтів області та виражено у відсотку кислих грунтів по районах області та середній відсоток кислих грунів по області в цілому (рисунок 4.2). Можна зробити висновок, що 1/5 частина грунтів області є кислими грунтами. Найменший відсоток кислих грунтів в Жашківському (4,7%), що знаходиться на північному Заході області та межує з Київською областю. Драбівському (2,9%), що в північно-східній частині області на межі з Полтавською областю. Найбільший відсоток В Уманському (43,5%) районі, що знаходиться в Південно-Західній частині області на межі з Кіровоградською областю. Чигиринському (39,6%). В середньому області складає 21,1%., яке приблизно відповідає таким районам, як Смілянський (23,4 %) та Маньківський (22,8%),

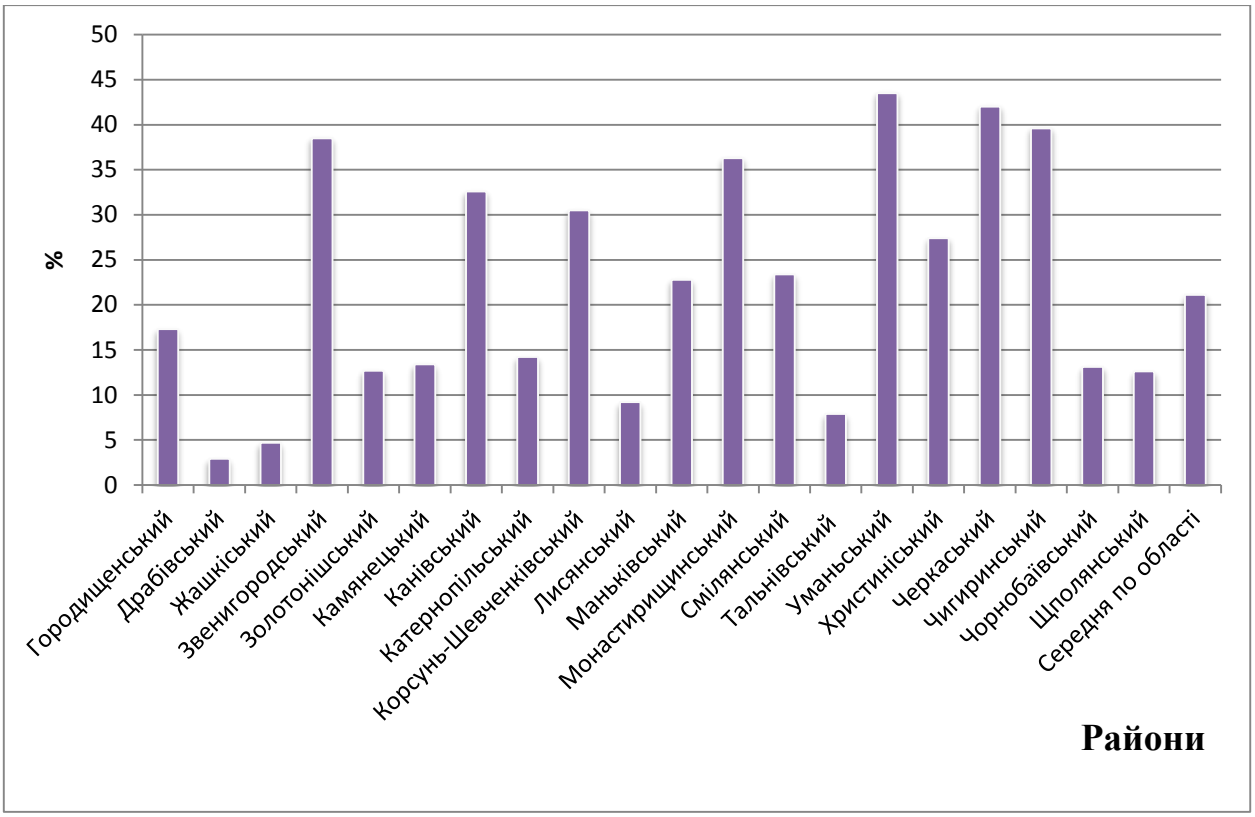

Рис. 4.2- Відсоток кислих грунтів по відношенню до грунтів сільськогосподарського призначення Черкаської області.

Було досліджено якість грунту за показником середньозваженого вмісту азоту у грунті по районах області та середнє значення по області (рисунок 4.3). Мінімальний вміст азоту спостерігається в Канівському районі (84,6 мг/кг), що знаходиться на Півночі області поблизу р. Дніпро та Корсунь-Шевченківському районі (85,9 мг/кг), що знаходиться Західніше Канівського району на межі з Київською областю. Максимальний вміст азоту спостерігається в Драбівському районі (137,8 мг/кг), що знаходиться в Північно-Східній частині області на межі з Київською та Полтавською областей та Тальнівському районі (136,2 мг/кг), що знаходиться в Західній частині області на межі з Кіровоградській області. Середній вміст азоту в області складає 118,7 мг/кг. Групуючи райони за методом Тюріна та Конової, Канівський (84,6 мг/кг), Корсунь-Шевченківський (85,9 мг/кг), Смілянський (98,3 мг/кг), Черкаський (93,2 мг/кг) характеризується високим вмістом азоту

(71-100 мг/кг). Всі райони області, що залишилися характеризуються дуже високим вмістом фосфору (>100 мг/кг).

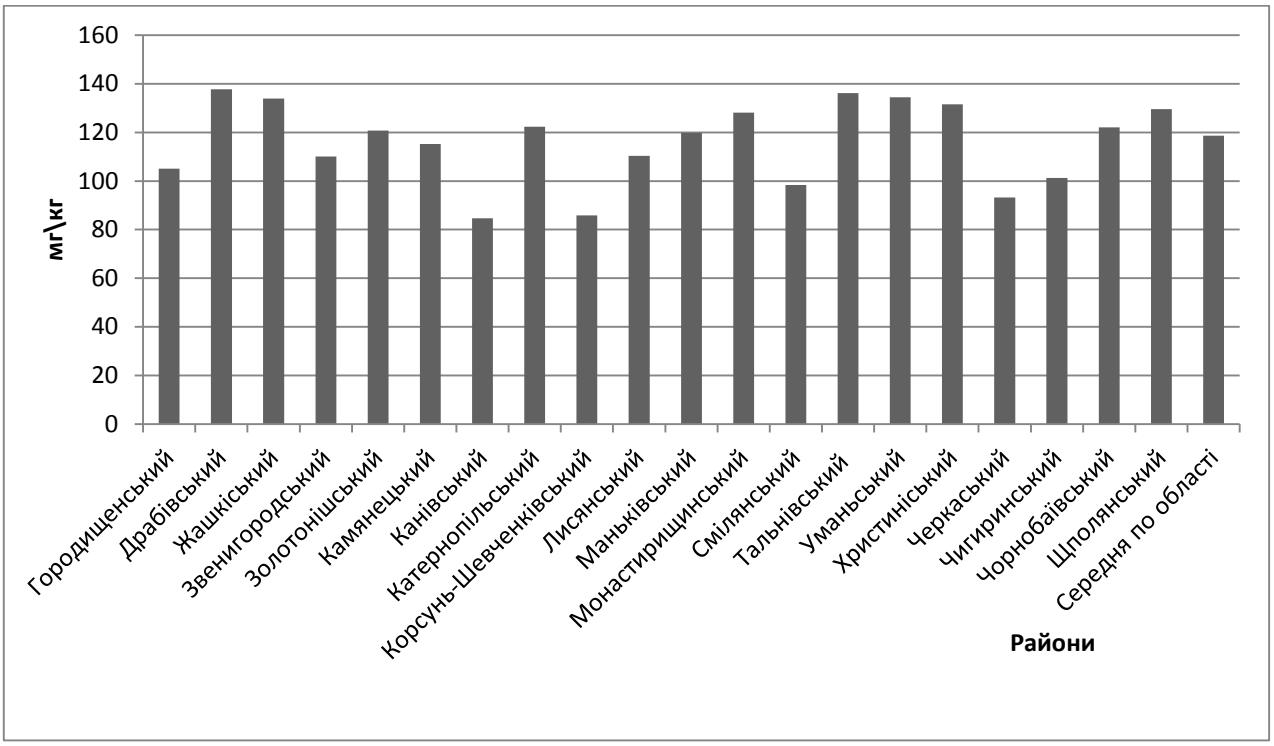

Рис. 4.3- Середньозважений вміст азоту в грунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг).

Дослідженно якість грунту за показником вмісту калію в грунті районів Черкаської області та середній вміст калію в цілому по Черкаській області. На рисунку 4.4 представлений вміст калію в грунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг).

Мінімальний вміст калію спостерігається в Канівському (60 мг/кг), Черкаському (62 мг/кг) районах. Максимальний вміст калію спостерігається в Маньківському (108 мг/кг) та Уманському (99 мг/ кг). Середній вміст калію по області в цілому складає 84 мг/кг, цьому рівню відповідають такі райони області як: Смілянський (87 мг/кг) та Кам’янецький (80 мг/кг). Класифікуючи райони за методом Кірсанова отримуємо такі данні: Городищенський (72 мг/кг), Драбівський (66 мг/кг), Золотонішенський (68 мг/кг), Кам’янецький (80 мг/кг), Канівський (60 мг/кг), Корсунь-шевченківський (70 мг/кг), Черкаський (62 мг/кг), Чигиринський (66 мг/кг),

Чорнобаївський (66 мг/кг) райони характеризуються середнім вмістом калію (41-80 мг/кг). Всі інші райони області характеризуються підвищеним вмістом калію (81-120 мг/кг).

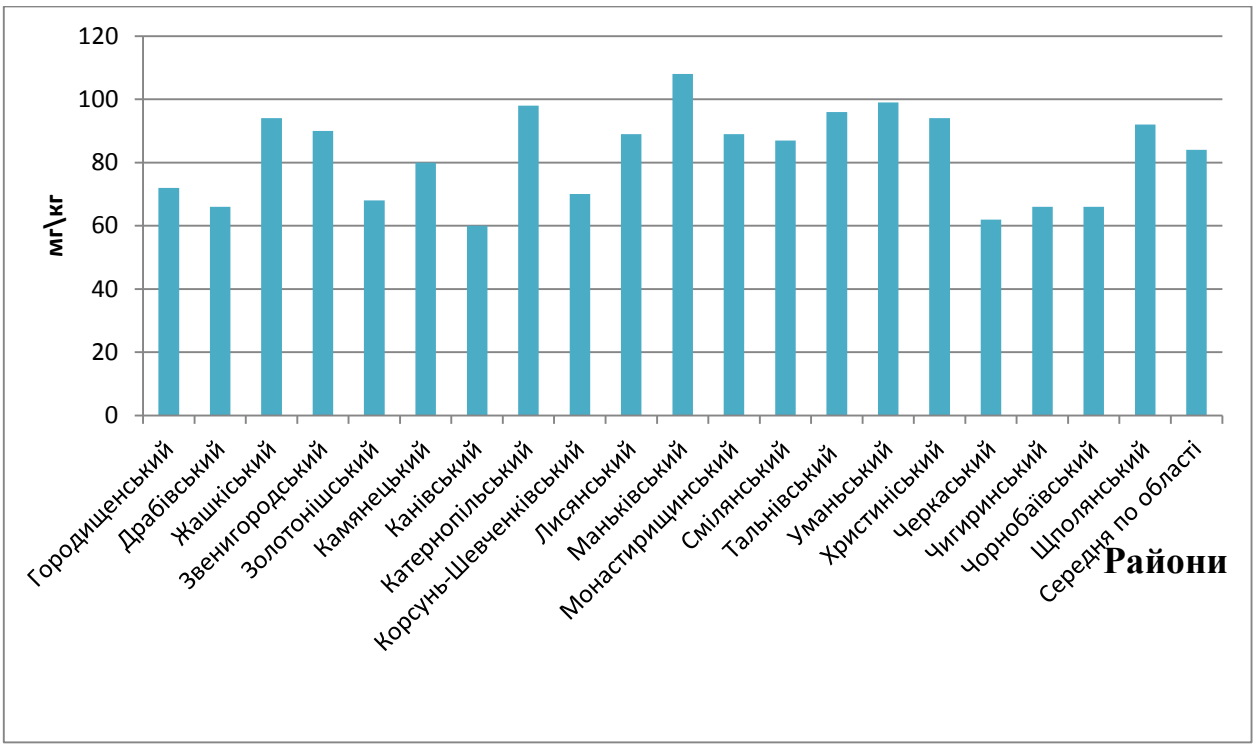

Рис. 4.4- Вміст калію в грунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг).

Розглянувши середній вміст гумусу по районах області та середнього вмісту гумусу по Черкаській області в цілому робимо висновок про те, що мінімальний вміст гумусу спостерігається в Канівському (2,29%) та Корсунь-Шевченківському (2,3%) районах (рис. 2.5). Максимальний вміст гумусу спостерігається в Драбівському районі і складає 3,83% . Середній вміст гумусу по області складає 3,04%. Характеризуючи вміст гумусу в грунті (за Гришиною Л. А., Орловим Д.С.), що середній вміст гумусу характеризується низьким вмістом гумусу (2-4%).В області вміст гумусу не перевищує 3,83%, згідно класифікації робимо висновок про те, що всі грунти області характеризуються низьким вмістом гумусу (2-4%). На рисунку 4.5 –

вміст гумусу в грунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (%).

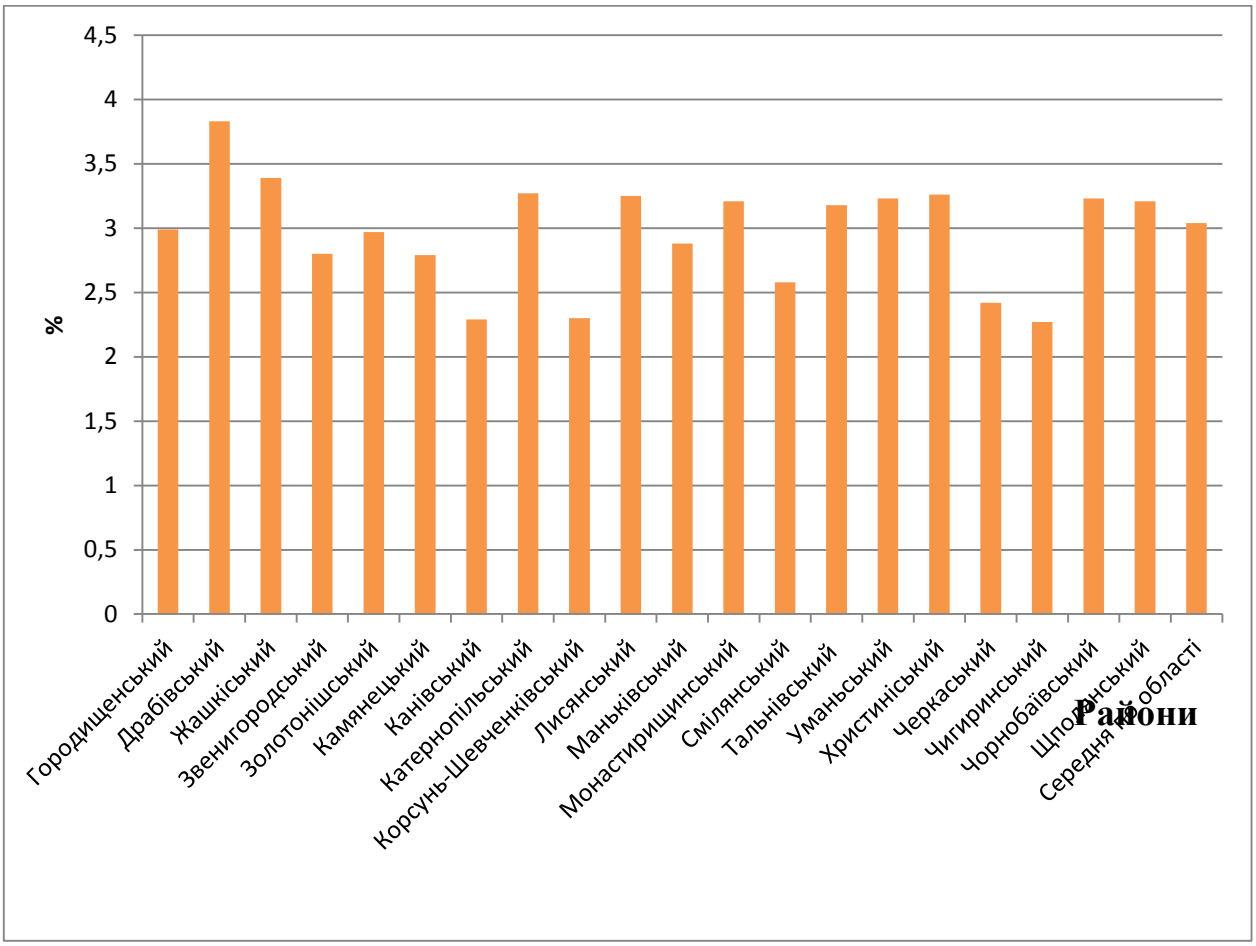

Рис. 4.5 – Вміст гумусу в грунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (%).

Найбільш високі та стійкі врожаї в умовах Черкаської області можна отримати при вирощуванні таких сільськогосподарських культур, як зернові, технічні та кормові культури. Менш сприятливими для вирощування овочевих та бахчевих культур.

4.2 Аналіз рівня мінерального живлення рослин в умовах Черкаської області

Для аналізу сучасного стану внесення мінеральних та органічних добрив у грунтовий покрив Черкаської області були використані дані про кількісні та якісні характеристики внесення елементів мінерального живлення рослин за 2000 - 2010 роки(рисунок 4.6).

Рис. 4.6 - Внесення азотних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області (кг/га).

Аналізуючи графік можна зробити висновок про те, що кількісн внесених азотних добрив на 1 гекктар грунту сільськогосподарського призначення за 2010 рік в порівняні з 2000 роком зріс більше ніж 2 рази і складає 38,5 кг/га, в порівняні з 2000 роком 17,6 кг/га. Максимум спостерігається в 2008 році, що становить 53,6 кг/га. Тобто можна зробити висновок про те, що грунти сільськогосподарського призначення виснажуються та потребують все більшого та більшого внесення добрива.

Після 2008 року ми бачимо спостерігається тенденція знження внесення добрива . З 2008 до 2010 років внесення азотних добрив зменшелося майже на третину з 53,6 кг/га до 38,5 кг/гаю що говорить про тещо грунти виснажуються

менше та потребують менше підживлення азотнимдобривом. На рисунку 4.7 наведено внесення фосфорних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області (кг/га).

Рис. 4.7 - Внесення фосфорних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області (кг/га).

Аналізуючи графік внесення фосфорних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області можна зробити висновок, що з 2000 року по 2007 спостерігається тенденція до збільшення внесення фосфорних добрив у грунти і за 7 років зростає з 2 кг/га до 18,2 кг/га, тобто збільшилася у 9 разів, . Після 2007 року спостерігається певна тенденція до зниження внесення азотних добрив і вже в 2009 році внесення добрив дорівнює 9 кг/га, тобто зменшилося у 2 рази в порівняні з 2007 роком. На далі ми бачимо невеликий ріст внесення добрив з 9 кг/га до 10,7 кг/га у 2010 році. На рисунку 4.8 розглянуто внесення калійних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області (кг/га).

Рис. 4.8 - Внесення калійних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області (кг/га).

Аналізуючи графік внесення калійних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області бачимо, що 2000 році калійних добрив вносилося 1,4 кг\га, що вже в 2007 році склало 19,2 кг/га, що за 7 років зрослов 13,5 разів. На далі спостерігається спад внесення калійних добрив і вже в 2009 році становить 9 кг\га. В подальшому зростає і у 2010 році складає 10 кг/га. Якщо порівнювати 3 попередні графіки між собою то можна побачити тенденцію, до зроснання внесення мінеральних добрив з 2000 року, після 2007 році проглядається тенденція до зниеження , яка спостерігається до 2009 року. Після 2009 року знову спестерігається тенденція до зростання внесення мінеральних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області.

На рисунку 4.9 представлено внесення органічних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області (т/га).

Рис. - Внесення органічних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області (т/га).

Аналізуючи графік внесення органічних добрив в грунти сільськогосподарського призначення Черкаської області и бачимо, що в 2000 році вносилося найбільше органічних добрив 2,5 т/га. Але вже в період з 2000 по 2005 роки спостерігається стрімке зниження внесення органічних добрив і в 2005 році складає вже 1,1 т/га, тобто за 5 років використання органічних добрив знизилося у 2,5 рази. З 2005 по 2010 роки ситуація суттєво не змінилася, і у 2010 році внесення органічних добрив складає 0,89 т/га.

4.3 Моделювання впливу хімічних заходів захисту рослин на грунтово – рослинний покрив

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

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

$$m_0 \frac{\partial u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - V \frac{\partial U}{\partial x} - \frac{\partial b}{\partial t} - \alpha U + f(x), \qquad (4.1)$$

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.

На сьогодні часто обмежуються розглядом «точкових» моделей, хоча таке спрощення може бути вкрай небезпечним: усереднюючи поведінку пестициду в просторі, тим самим не враховують можливість нагромадження його в окремих точках простору, вище за норми гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Розглядається забруднення пестицидами грунтово-рослинного покриву, враховуючи важливість зрошувальних агроценозів у виробництві продуктів харчування і достатньо високу інтенсивність процесів міграції пестицидів в системі «вода - рослина» в умовах зрошувального землеробства. Цей фактор є дуже важливим в умовах зміни клімату у бік збільшення температури та зменшення кількості опадів. За даними 2013 р. виконано оцінку вмісту залишкових кількостей пестицидів у ґрунтах деяких районів Черкаської області.

З таблиці 4.1 видно, що в цілому по області спостерігається перевищення ГДК вмісту пестицидів майже у половині досліджуваних проб, при цьому середнє значення перевищень ГДК складає 2 рази.

Таблиця 4.1 – Вміст залишкових кількостей пестицидів

Райони	Кількість проб	Перевищення ГДК
Монастирищенський	6	2
Христинівський	3	2
Катеринопільський	6	4
Тальнівський	3	6
Корсунь-Шевченківський	7	8
Чорнобаївський	6	6
Смілянський	21	12

У таблиці 4.2 представлена інформація про забруднення залишками пестицидів продукції рослинництва, яка отримана за допомогою приведеної вище математичної моделі. При цьому в якості досліджуваної культури було вибрано цукровий буряк, який є основною сільськогосподарською культурою, яка культивується на цій території.

Таблиця 4.2 – Вміст залишкових кількостей пестицидів у продукції рослинництва (на прикладі цукрового буряку) по Черкаській області

Назва препарату	Проаналізовано	З них містять ЗКП	Вміст ЗКП			ГДК
			сер.	мін.	макс.	
ДДТ	281	8	0,05	0,05	0,05	0,1
ГХЦХ	212	9	0,06	0,05	0,1	0,1
Бетанал	81	31	0,09	0,04	0,2	0,2
Ленацил	11	5	0,08	0,05	0,1	0,5
Дуал	36	3	0,05	0,03	0,1	0,05
Фюзілад	1	1	0,1	0,1	0,1	0,2
Тарга	42	5	0,06	0,02	0,1	0,1

Крім цього, ця культура виступає однією з основних технічних культур, продукція якої є основним продуктом переробки у продукти харчування. Залишкові концентрації пестицидів були виявлені в корені цукрового буряка. Перевищень ГДК не спостерігалось. Найбільшу кількість проб забруднено бетаналом – 31, найменшу – фюзіладом – 1.

У таблиці 4.3 приведені значення зміни концентрації бетаналу в залежності від часу внесення в ґрунти та кількості діб після його внесення, отримані за допомогою даної математичної моделі. Виходячи з даних таблиці видно, що максимальні концентрації відзначені у момент його внесення в ґрунти. Зменшення кількості концентрації цього пестициду на 5 добу після внесення склало 10-12 % від початкового внесення. У варіанті, коли було внесено спочатку 2 мг/кг, зменшення у 5 добу склало 30-40 %. Подальше збільшення часу до 90 діб при мінімальній кількості внесеного бетаналу склало 30-35 % від початкової кількості, що дорівнює відсотку, який склав при максимальній кількості на 5 добу.

Таблиця 4.3 – Зміни концентрації бетаналу $C(t)$ залежно від часу

Відразу після внесення в ґрунти	$C(t)$, мг/кг				
	5 діб	30 діб	50 діб	75 діб	90 діб
0,71	0,66	0,49	0,42	0,36	0,28
1,02	0,84	0,67	0,53	0,48	0,39
1,35	1,11	1,00	0,92	0,79	0,63
2,00	1,16	1,42	1,22	1,02	1,00

При збільшенні початкового внесення дія його на ґрунти із збільшенням часу значно не зменшується, тобто на 5 добу вона складає 1,167 мг/кг, а на 90 добу – 1,03 мг/кг, тобто зменшення склало біля 10 %.

При мінімальній кількості внесеного пестициду різниця між 5 добою та 90 добою склала значно більшу кількість у межах 40-50 %. Виходячи з даних таблиці, можна зробити висновок про то, що зменшення кількості внесеного

пестициду до мінімальної дає більший ефект, ніж внесення більшої кількості для отримання максимального ефекту.

В умовах Черкаської області на сучасному етапі розвитку агроценозів проблема забруднення грунтово-рослинного покриву залишається дуже актуальною. За умови використання математичних моделей можливо виконувати оцінку стану агроценозів, що дає досить достовірні результат (похибка розрахунків складає 17 %). Такі результати дозволяють використовувати математичні моделі для надання практичних рекомендацій що до зменшення негативного впливу хімічних засобів захисту рослин на якісні та кількісні характеристики врожаїв сільськогосподарських рослин на цій території.

4.4 Моделювання впливу мінерального живлення на якість агроценозів Черкаської області

За допомогою наведеної вище математичної моделі впливу рівня мінерального живлення рослин виконано розрахунки внесення усього комплексу мінеральних добрив (азотних, фосфорних т калійних) за досліджуваний період, які наведені у таблицях 4.4 – 4.21.

Таблиця 4.4 – Внесення азотних добрив за 2000 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	2520	1206	1620	1260	1008
Wucx, кг/рік	40320	19296	25920	20160	16128
Ri	50	54	30	333	35
∑Wпл, кг/рік	7000	3618	2700	23310	1222
∑Wпот, кг/рік	161280	77184	103680	80640	64512

∑Wоб, кг/рік	168280	80802	106380	103950	65734
α	4	4	4	5	4

З таблиць видно, що найбільші значення по азотним добривам по всім показникам отримані для озимої пшениці.

Таблиця 4.5 – Внесення азотних добрив за 2005 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	3500	1675	2250	1750	1400
Wucx, кг/рік	56000	26800	36000	28000	22400
Ri	50	54	30	333	35
∑Wпл, кг/рік	7000	3618	2700	23310	1222
∑Wпот, кг/рік	224000	107200	144000	112000	89600
∑Wоб, кг/рік	231000	110818	146700	135310	90822
α	4	4	4	5	4

Таблиця 4.6 – Внесення азотних добрив за 2007 рік

Показник	озима пшениця	Кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	7000	3350	4500	3500	2800
Wucx, кг/рік	112000	53600	72000	56000	44800
Ri	50	54	30	333	35
∑Wпл, кг/рік	7000	3618	2700	23310	1222
∑Wпот, кг/рік	448000	214400	288000	224000	179200
∑Wоб, кг/рік	455000	218018	290700	247310	180422
α	4	4	4	5	4

Таблиця 4.7 – Внесення азотних добрив за 2008 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	7420	3551	4770	3710	2650
Wucx, кг/рік	118720	56816	76320	59360	42400
Ri	50	54	30	333	35
∑Wпл, кг/рік	7000	3618	2700	23310	1222
∑Wпот, кг/рік	474800	227264	305280	237440	169600
∑Wоб, кг/рік	481880	230882	307980	260750	170822
α	4	4	4	4	4

Таблиця 4.8 – Внесення азотних добрив за 2009 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	6860	3283	4410	3430	2744
Wucx, кг/рік	109760	52528	70560	54880	43904
Ri	50	54	30	333	35
∑Wпл, кг/рік	7000	3618	2700	23310	1222
∑Wпот, кг/рік	439040	210112	282240	219520	175616
∑Wоб, кг/рік	446040	213730	284940	242830	176838
α	4	4	4	4	4

Таблиця 4.9 – Внесення азотних добрив за 2010 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	5460	2613	3510	2730	2184
Wucx, кг/рік	87360	41808	56160	43680	34944
Ri	50	54	30	333	35
∑Wпл, кг/рік	7000	3618	2700	23310	1222
∑Wпот, кг/рік	349440	167232	224640	174420	139776
∑Wоб, кг/рік	356440	170850	227340	198030	25432
α	4	4	4	5	4

З таблиць видно, що найбільші значення по фосфорним добривам по всім показникам отримані для озимої пшениці та кукурудзи.

Таблиця 4.10 – Внесення фосфорних добрив за 2000 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fm_i, т	280	134	180	140	112
Wucx, кг/рік	11760	5628	750	5880	4704
Ri	103,9	109,7	42	33	30,2
∑Wпл, кг/рік	14420	7350,3	3780	2310	1691,8
∑Wпот, кг/рік	47040	22512	30240	23520	18816
∑Wоб, кг/рік	61460	29862	34020	25830	6764
α	5	5	4,5	4,4	4,4

Таблиця 4.11 – Внесення фосфорних добрив за 2005 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fm_i, т	1400	670	670	700	560
Wucx, кг/рік	58800	28140	28140	29400	23520
Ri	103,9	109,7	42	33	30,2
∑Wпл, кг/рік	14420	7350,3	7350	2310	1691,8
∑Wпот, кг/рік	235200	11250	112560	117600	95771
∑Wоб, кг/рік	24920	119910	119910	119945	97462
α	4	4,3	4,3	4	4

Таблиця 4.12 – Внесення фосфорних добрив за 2007 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fm_i, т	2520	1206	1620	1260	1008
Wucx, кг/рік	105840	50652	68040	52920	42336
Ri	103,9	109,7	42	33	30,2
∑Wпл, кг/рік	14420	7350,3	3780	2310	1691,8
∑Wпот, кг/рік	423360	202608	272160	211680	169344
∑Wоб, кг/рік	437780	209958	275940	213990	171035
A	4	4,2	4	4	4

Таблиця 4.13 – Внесення фосфорних добрив за 2008 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fm_i, т	1960	938	938	980	784
Wucx, кг/рік	82320	39396	39396	41160	32928
Ri	103,9	109,7	42	33	30,2
∑Wпл, кг/рік	14420	7350,3	3780	2310	1691,8
∑Wпот, кг/рік	329280	157584	157584	164640	131712
∑Wоб, кг/рік	343700	164934	164934	166950	133403
A	4	4,2	4,2	4	4

Таблиця 4.14 – Внесення фосфорних добрив за 2009 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fm_i, т	1260	603	603	630	504
Wucx, кг/рік	52920	25326	25326	26460	21168
Ri	103,9	109,7	42	33	30,2
∑Wпл, кг/рік	14420	7350,3	3780	2310	1691,8
∑Wпот, кг/рік	211680	191304	101304	105840	84672
∑Wоб, кг/рік	226100	198654	105084	108150	86363
A	4,3	4	4,2	4	4

Таблиця 4.15 – Внесення фосфорних добрив за 2010 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	1540	737	990	770	616
Wucx, кг/рік	64680	30954	41580	32340	25872
Ri	103,9	109,7	42	33	30,2
∑Wпл, кг/рік	14420	7350,3	3780	2310	1691,8
∑Wпот, кг/рік	258720	123816	166320	129360	103488
∑Wоб, кг/рік	273140	131166	170100	131670	105179
A	4,2	4,3	4	4,1	4

Калійні добрива вносяться в умовах Черкаської області у найменших кількостях. Особливістю їх внесення є незначна кількість під озимою пшеницею та збільшення їх для кукурудзи та сонячника.

Таблиця 4.16 – Внесення калійних добрив за 2000 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	280	134	645	140	112
Wucx, кг/рік	4480	5628	750	2240	4704
Ri	30	32	18	291	18
∑Wпл, кг/рік	4200	4288	1620	16296	1008
∑Wпот, кг/рік	17920	22512	33000	8960	18816
∑Wоб, кг/рік	22120	26800	46220	25256	19824
α	5	5	6	5	4

Таблиця 4.17 – Внесеня калійних добрив за 2005 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	1120	536	720	560	448
Wucx, кг/рік	17920	8576	11520	8960	7168
Ri	30	32	18	195	20
∑Wпл, кг/рік	4200	2144	1620	13664	1123
∑Wпот, кг/рік	71680	34304	46080	35840	28672
∑Wоб, кг/рік	75880	36448	47722	49504	29795
	4	4	4	5	4

Таблиця 4.18 – Внесення калійних добрив за 2007 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	4320	2520	1620	1260	1008
Wucx, кг/рік	69120	40320	25920	20160	16128
Ri	30	32	18	195	20
∑Wпл, кг/рік	4200	2144	1620	13664	1123
∑Wпот, кг/рік	276480	161280	103680	80640	64512
∑Wоб, кг/рік	280680	163424	105300	94304	65635
α	4	5	4	5	4

Таблиця 4.19 – Внесення калійних добрив за 2008 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	2100	1005	1350	1050	840
Wucx, кг/рік	33600	16080	21600	16800	13440
Ri	30	32	18	291	18
∑Wпл, кг/рік	4200	4288	1620	16296	1008
∑Wпот, кг/рік	134400	64320	86400	67200	53760
∑Wоб, кг/рік	138600	68608	88020	83496	54768
α	4	4	4	3,8	4

Таблиця 4.20 – Внесення калійних добрив за 2009 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	1400	670	900	700	560
Wucx, кг/рік	22400	10720	14400	11200	8960
Ri	30	32	18	291	18
∑Wпл, кг/рік	4200	4288	1620	16296	1008
∑Wпот, кг/рік	89600	42880	57600	44800	35840
∑Wоб, кг/рік	93800	47168	59220	61096	36848
α	4	4	4	5	4

Таблиця 4.21 – Внесення калійних добрив за 2010 рік

Показник	озима пшениця	кукурудза	соняшник	картопля	ярий ячмінь
Fmi, т	1260	603	810	630	504
Wucx, кг/рік	20160	9648	12960	10080	8064
Ri	30	32	18	291	18
∑Wпл, кг/рік	4200	4288	1620	16296	1008
∑Wпот, кг/рік	80640	38592	51840	40320	32256
∑Wоб, кг/рік	84840	42880	53460	56616	33264
α	4	5	4	5	4

Основною здачою дослідження було встановити баланс біогенних елементів в агроценозах Черкаської області. Прихідна частина балансу складається з фізичної маси вносимих у грунт мінераліних добрив, тому на рисунках 4.10 – 4.12 наведено динаміку цього показника.

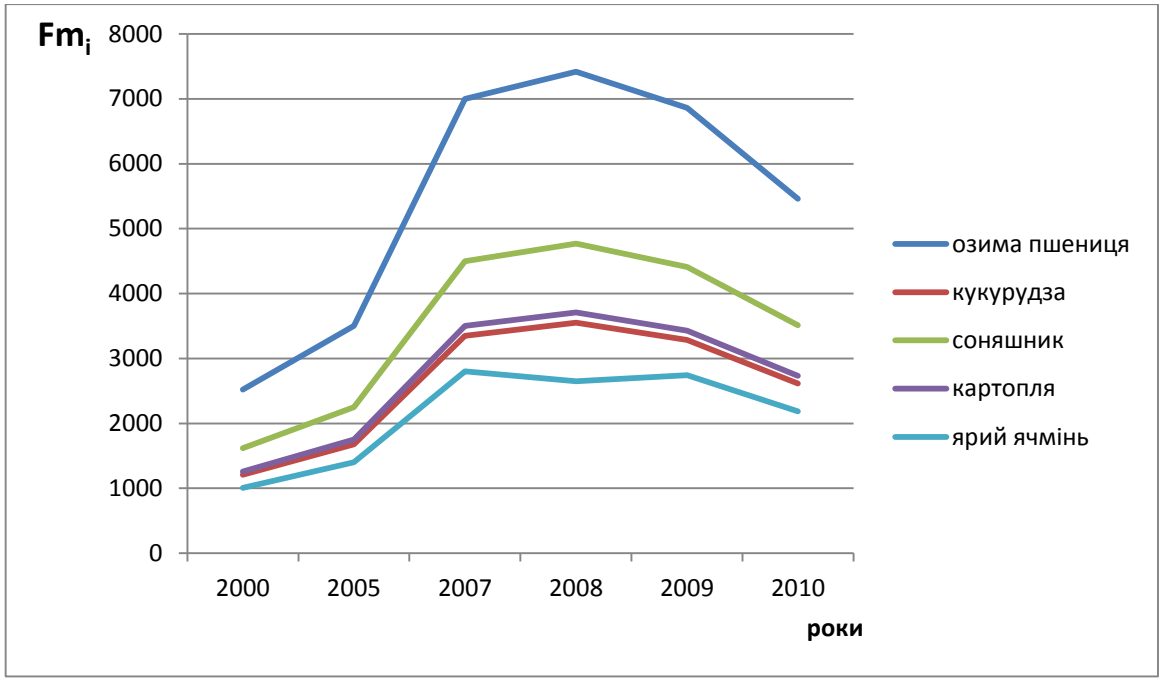

Рис. 4.10-Динаміка внесення азотних добрив за 2000-2010 роки

З рисунку видно, що за досліджуваний період спостерігається динаміка збільшення цього показника в період з 2000 по 2007 роки для всіх розглянутих культур. Для фосфорних добрив спостерігається тенденція швидкого збільшення для всіх розглянутих культур, після 2007 року швидке зменшення для більшості культур.

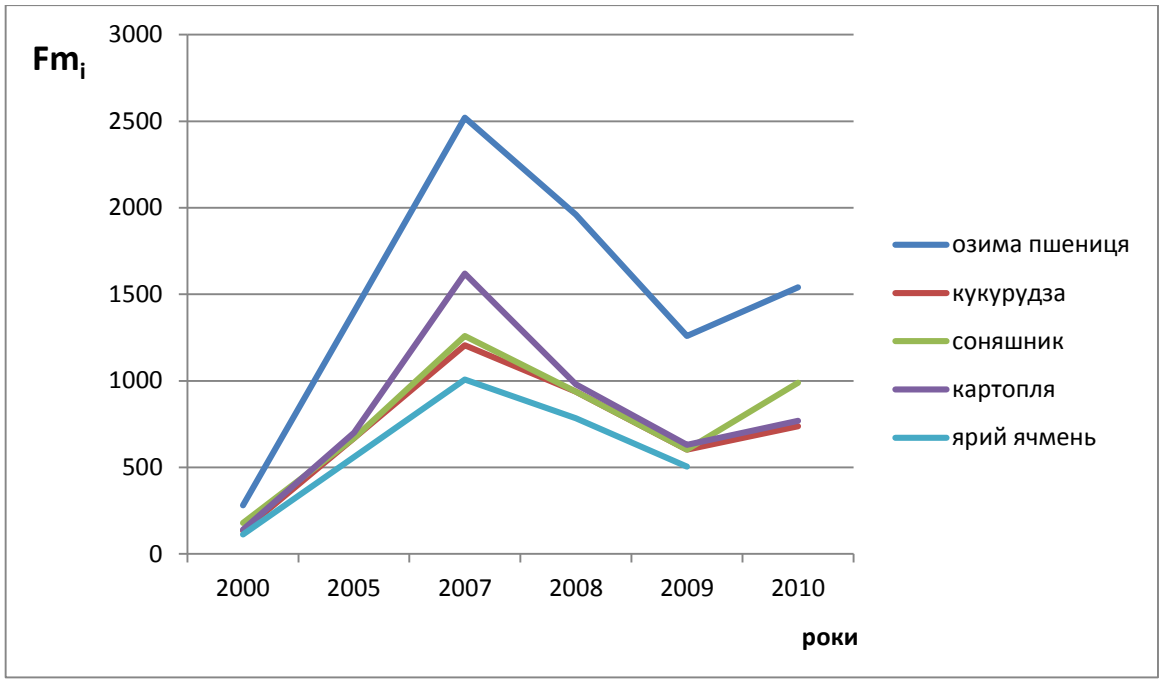

Рис. 4.11-Динаміка внесення фосфорних добрив за 2000-2010 роки

Для калійних добрив спостерігається картина, схожа з фосфорними добривами, але відзначено збільшення внесення їх під кукурудзу.

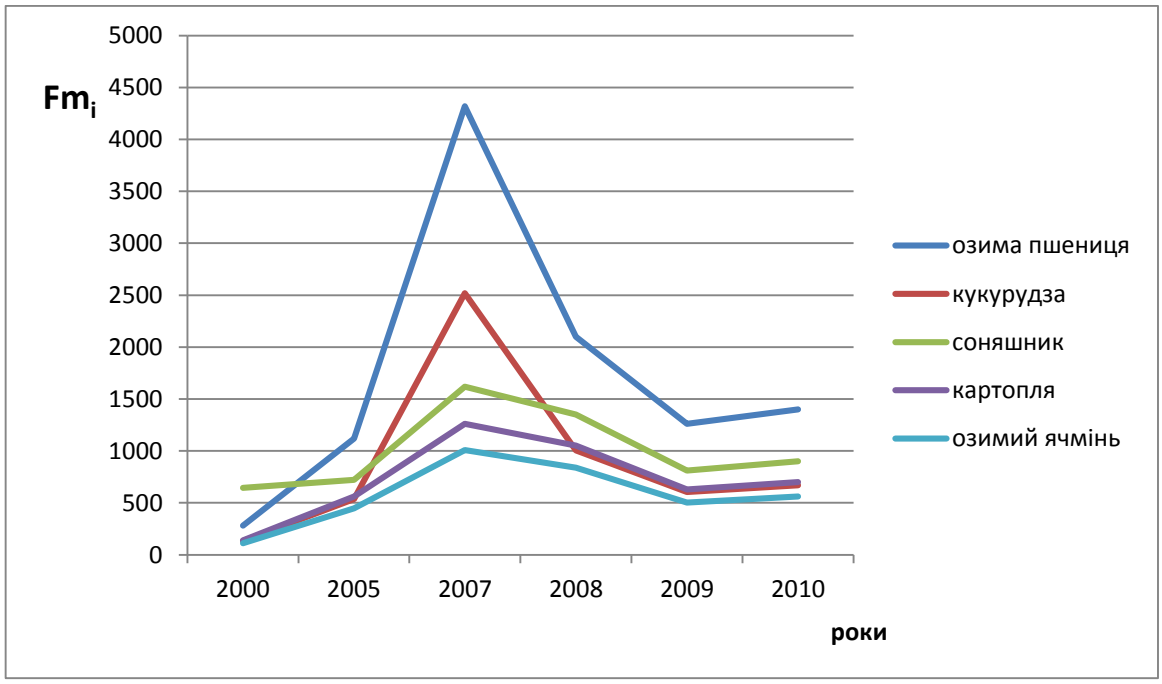

Рис. 4.12-Динаміка внесення калійних добрив за 2000-2010 рр.

Розхідна частина балансу складається з загального виносу міогенів, які використовуються рослинами для отримання врожаю, динаміка якого наведена на рисунках 4.13 – 4.15.

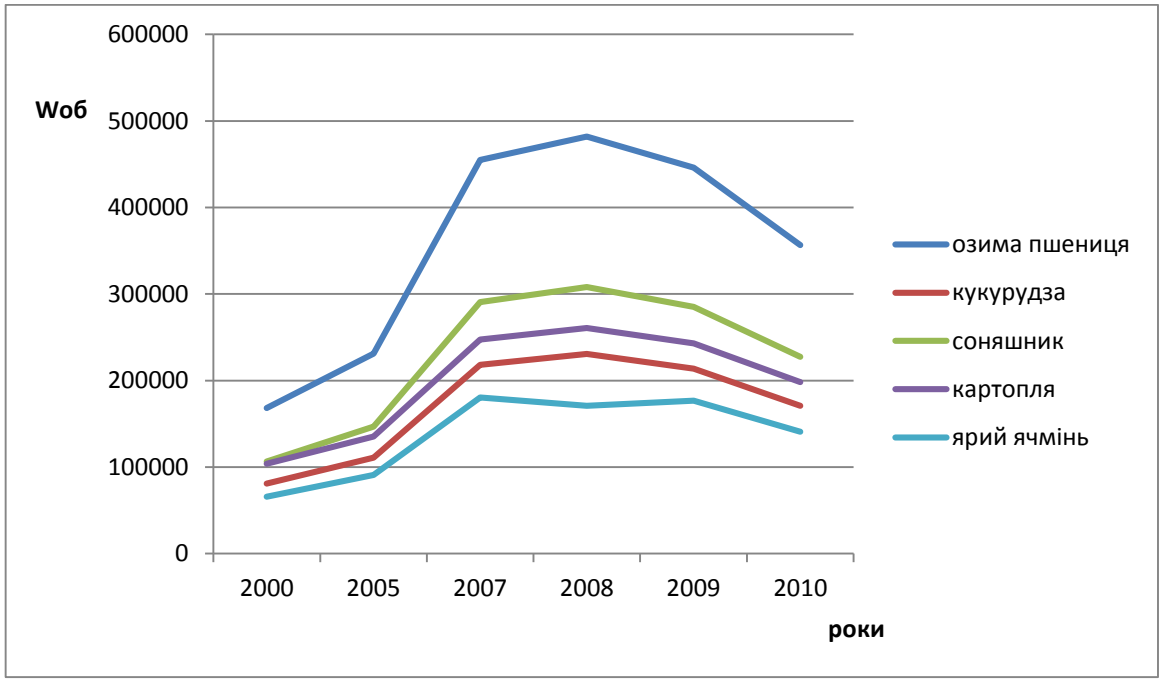

Рис. 4.13-Загальна величина виносу біогенів(азотних) за 2000-2010 рр.

Для азотних добрив відзначено значне збільшення виносу азотних біогенних елементів у період з 2000 по 2007 роки. Після цього періоду цей показник поступово зменшується. Найбільші значення спостерігаються також для озимої пшениці, найменші для ярого ячміню.

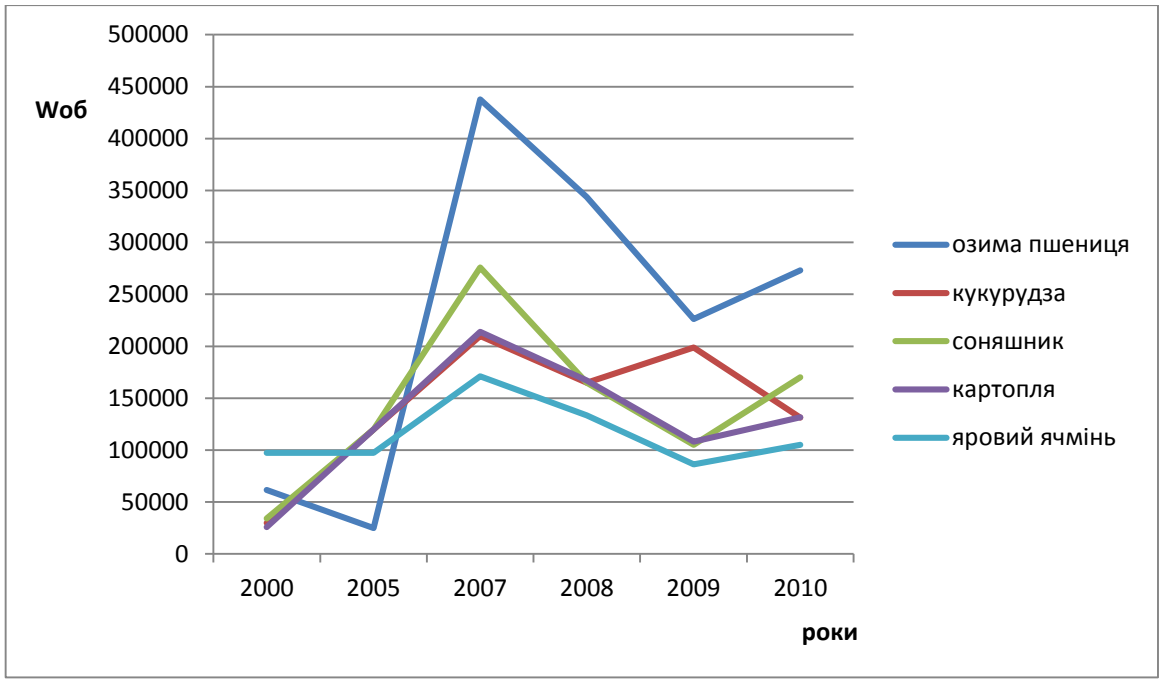

Рис. 4.14 - Загальна величина виносу 80іогенів(фосфорних) за 2000-2010 рр.

Для фосфорних добрив відзначено значне збільшення виносу біогенних елементів у період з 2000 по 2007 роки. Після цього періоду цей показник різко зменшується. Найбільші значення спостерігаються також для озимої пшениці, найменші для ярого ячміню.

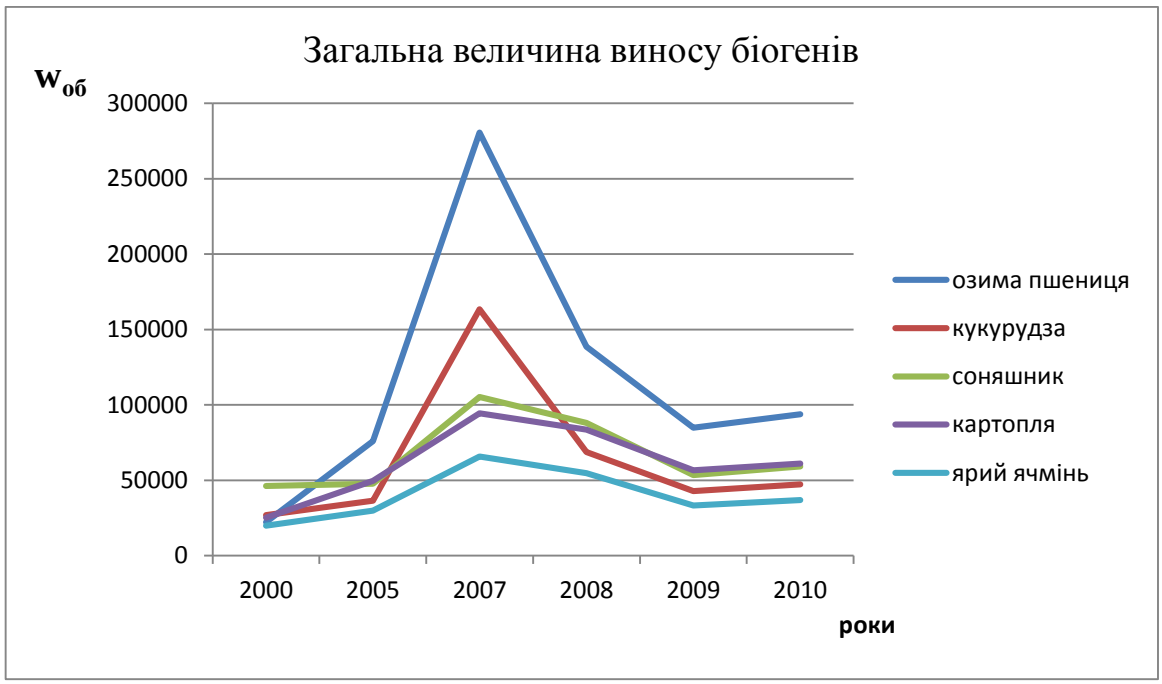

Рис. 4.15-Загальна величина виносу 80іогенів (калійних) за 2000-2010 рр.

Виконав оцінку впливу рівня мінерального живлення на ріст та розвиток рослин за допогою математичної моделі в умовах Черкаської області можна зробити висновок про значний вплив як якісних так і кількісних характеристик усього комплексу мінеральних добрив на формування продуктивності агроценозів Черкаської облп\асті з урахуванням як характеристик рослин та грунту, так і факторів навколишнього середовища.

5 ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ

Ідентифікація параметрів здійснюється на основі даних польових експериментів. Експериментальні дані повинні включати певні визначення сухої ваги окремих органів рослин і визначення площі поверхні надземних органів рослин. Ці зміни повинні проводитися на протязі всього вегетаційного періоду не рідше одного разу в декаду.

На першому етапі по даним фотометричних вимірів розраховуються значення параметрів на основі визначаючих їх формул і суми ефективних температур, які відповідають тому чи іншому значенню функцій.

Для ідентифікаціі параметрів ростових функцій використовуєм програму мінімізації функції багатьох перемінних (алгоритм Розенброка).

Задача полягає в находженні таких параметрів ростових функцій, при яких сума квадратів мінімальна. Початкові значення можуть бути задані довільно.

В якості прикладу приведемо ідентифікацію параметру, який визначає запаси ґрунтової вологи в досліджуваному шарі (WW_i). Запишемо допоміжну формулу, виходячи з смислу цього параметру до деякого рівня вологості, близького до найменшої польової вологоємності, який визначається в ґрунті на кінець доби після значного зволоження:

$$WW_i = AW\,(W_i^{ПВ}/100)(W_i^{ПВ} - W_i^{ВЗ}) + W_i^{ВЗ} \qquad (6.1)$$

де AW – безпосередньо ідентифікуюча константа.

Для визначення AW и K_0 побудуємо цільову функцію:

$$f\,(AW, K_0) = \sum \sum (W_i^j - \hat{W}_i^j)^2, \qquad (6.2)$$

де W_i^j и $\hat{W}_i^j$ – фактичні і розраховані вологозапаси грунту.

Сумація виконується тільки для тих випадків і шарів, для яких існують фактичні дані. Присутність пропусків спостережень зменшує об’єм корисної інформації, але не являється перешкодою для застосування данного методу оцінки параметрів.

Параметром, який контролює інтенсивність продукційного процесу рослин, являється, насамперед, кут нахилу світлової кривої фотосинтезу αф. Для його ідентифікації використовувались дані з динаміки біомаси окремих органів рослин.

При складанні цільової функції бажано, щоб експериментальний матеріал включав дані за декілька років, контрастних по погодних умовах. Дослідження показало, що від величини αф в значній мірі залежить загальний рівень фітомаси агроценозу. Для його визначення необхідні матеріали з динаміки фітомаси за роки, контрастні по умовах зволоження.

Таким чином, за допомогою відповідних складових цільової функції аналізуються параметри α_R при розрахунку дихання. Виявилось, що шляхом оптимізації неможна значно покращити прийняті для них оцінки.

Після виконання «блочної» оптимізації необхідно перевірити, як працює модель в цілому. При цьому можна покращити її роботу шляхом повторної ідентифікації параметрів деяких блоків.

За допомогою вище викладеного методу була проведена ідентифікація параметрів моделі відносноЧеркаської області. Ідентифіковані параметри дозволяють оцінити стан ґрунтового покриву, атмосферного повітря, рослинного покриву, а також врахувати фактори, які визначають рівень забруднення важкими металами.

З’ясовані значення параметрів представлені в таблиці 6.1. Найбільші відхилення були отримані для тих із них, які характеризують стан атмосферного повітря і потреби різних рослин в факторах навколишнього середовища.

Таблиця 6.1 – Ідентифікація параметрів моделі

Назва препарату	Проаналізовано	З них містять ЗКП	Вміст ЗКП			ГДК
			сер.	мін.	макс.	
ДДТ	281	8	0,05	0,05	0,05	0,1
ГХЦХ	212	9	0,06	0,05	0,1	0,1
Бетанал	81	31	0,09	0,04	0,2	0,2
Ленацил	11	5	0,08	0,05	0,1	0,5
Дуал	36	3	0,05	0,03	0,1	0,05
Фюзілад	1	1	0,1	0,1	0,1	0,2
Тарга	42	5	0,06	0,02	0,1	0,1

Перевірка адекватності (верифікація) моделі «погода-урожай» здійснюється шляхом аналізу результатів чисельних експериментів практично на протязі всього часу роботи над моделлю і порівняння розрахункових характеристик з фактичними.

Етапи побудови моделі і її перевірка невід’ємні, оскільки в процесі роботи уявлення суті моделюючих процесів звичайно уточнюються, розширюється об’єм залучених експериментальних даних.

Для повної і всебічної перевірки роботи моделі необхідні матеріали польового комплексного дослідження, яке б проводилось на протязі деяких років. Ці матеріали повинні включати дані по всім елементам водного балансу, а також динаміку фітомаси і площі окремих органів рослин, включаючи коріння. Повинна бути забезпечена задана точність і репрезантативність вимірів.

Експериментальна перевірка довгоперіодичних моделей сільськогосподарських культур являється трудомісною задачею і потребує одночасного виміру метеорологічних, агрометеорологічних і фізіологічних параметрів в польових і лабораторних умовах. Порівняльна оцінка сучасних моделей продуктивного процесу рослин показала, що тільки для незначної кількості моделей розрахунки по моделі порівняні з результатами спеціально проведених для цього експерименту. В окремих випадках порівнюються розрахункові характеристики (на прикладі приростів біомаси окремих органів під впливом антропогенних факторів і без) з фактичними. Це пояснюється тим, що прирости біомаси окремих органів рослин належать до тих характеристик, які найбільш легко вимірюються.

В даній роботі перевірка моделі проводилась двома способами. Перший спосіб складався в порівнянні розрахункових по моделі і емпіричних характеристик. Порівняння проводились в динаміці від формування проростi до зрілості кукурудзи.

Було проведено порівняння розрахункових і емпіричних значень приростів біомаси вегетативних і репродуктивних органів кукурудзи, яка вирощувалася на богарі і з зрошенням.

Для невеликих значень приростів розрахункові дані більш відповідають емпіричним. Можна відмітити, що спостерігається перевищення розрахункових значень над фактичними. Ця обставина пояснюється тим, що в розрахунках частково використовувались чисельні значення параметрів, які, як правило, визначені при оптимальних умовах мінерального забезпечення і при високому рівні агротехніки. Це обумовило більш високі значення цих параметрів. В результаті виявилось, що при використанні в моделі таких параметрів, розрахунки значення біомаси трохи перевищували емпіричні.

Другий спосіб перевірки моделі такий. Оскільки параметри моделі указані для певного виду агротехніки, то при переході до розрахунку параметрів рослинного покриву в умовах більш високої чи низької агротехніки неможливо очікувати збігу абсолютних значень урожайності. Більш важливою

обставиною являється синхронність щорічних коливань фактичної урожайності, при розрахунку якої за вихідну використана інформація про агрометеорологічні особливості цих років.

Оцінка чутливості моделі. Але за допомогою чисельних і польових експериментів не можливо в певній мірі оцінити реакцію кожного із параметрів моделі на збільшення чи зменшення останнього на деяке значення. Тому виникає необхідність в аналізі її чутливості до змін параметрів. В таблиці 6.2 представлений вплив похибки визначення параметрів моделі на точність розрахунків біомаси репродуктивних органів зрошуємої кукурудзи.

Таблиця 6.2 – Вплив похибки визначення параметрів на точність розрахунку біомаси репродуктивних органів зрошуємої кукурудзи

Параметри	Збільшення параметрів, %					
	0	1	5	10	15	20
$\alpha_Ф$	695	724	822	935	995	999
α_R	695	694	688	680	672	663
K	695	706	743	789	836	880
B	695	701	722	747	772	795
L	695	688	659	626	596	569
$T_{ор}$	695	703	735	769	795	803

При розрахунках по моделям на початок розрахунків задавали визначені значення біомаси різних органів рослин і площа асимілюючої поверхні. Але через помилки в вимірах тих чи інших характеристик ці значення завжди будуть відрізнятися від дійсних.

Проведена оцінка чутливості моделі до змін параметрів дозволила виявити ті з них, зміни яких дають найбільші відхилення в розрахунках. Найбільшу чутливість мають параметри, які описують зміни інтенсивності фотосинтезу під впливом факторів середовища. Крім цього можна зробити висновок про достатню чутливість всієї моделі, що розглядається в цілому до змін стану навколишнього середовища і впливу факторів, які визначають антропогенну складову.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної магістерської роботи були зроблені наступні висновки:

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

2)За допомогою математичної моделі виконано оцінку впливу біогенних елементів на якісні та кількісні характеристики врожаїв для основних сільськогосподарських культур та визначено значну роль саме азотних добрив.

3)Частка кислих грунтів в середньому області складає 21,1% складає можна зробити висновок, що 1/5 частина грунтів області є кислими грунтами. Відсоток кислих грунтів збільшився 7,6% до 20,4% за останні 5 років .

4)Середній вміст азоту в області складає 118,7 мг/кг. Групуючи райони за методом Тюріна 4 райони характеризується високим вмістом азоту (71-100 мг/кг). Всі інші 16-ти районів області, що залишилися характеризуються дуже високим вмістом фосфору (>100 мг/кг).

5)По калію відзначають незначні коливання, середній вміст складає 81 мг/кг. В цілому можна зробити висновок, що грунти в Черкаській області в достатній мірі забезпечена основними елементами формуючими врожай сільськогосподарських рослин.Класифікуючи райони за вмістом калію отримуємо такі данні, 8 районів характеризуються середнім вмістом калію (41-80 мг/кг). Всі інші 12-ти районів області характеризуються підвищеним вмістом калію (81-120 мг/кг)..

6)Ураховано вплив гумусу на характеристики агроценозів.За вмістом гумусу грунти Черкаської області відносять до забезпечених,середній показник по області складає 3,2%. В області вміст гумусу не перевищує

3,83%, згідно класифікації робимо висновок про те, що всі грунти області характеризуються низьким вмістом гумусу (2-4%).

7)За отриманими характеристиками найбільший вплив має режим внесення добрив, а саме перші періоди розвитку рослин.

8) Кислотність грунту є важливою характеристикою, яка впливає на ріст та розвиток рослин, тому в моделі ураховується цей показник через відсоток кислих грунтів , які представлені на слайді. Найбільша кількість кислих грунтів зосереджена в Уманському районі, який розташований в центральній частині області, а найменше у Драбівському та Жашківскому районах, які розташовані у північній частині області.

9)При моделюванні необхідно визначення характеристик за довгим періодом спостережень. За всім комплексом найбільша кількість мінеральних добрив вносилась за період 2006-2008 рр.

10)Стосовно органічних добрив нажаль спостерігається значне зменшення їх внесення за останні роки.

11)В роботі, крім оцінки впливу мінерального живлення ураховано вміст залишкової кількості пестицидів за досліджений період. Залишкова кількість пестицидів негативно впливає на стан агроценозів, а саме вони погіршують властивості грунту і зменшують ефективність внесення мінеральних елементів. У більшості районів спостерігається значне перевищення, а в деяких районах по всім пробам перевищення.

12) У моделі ураховано перехід пестицидів у продукцію рослин в якості досліджуваної культури вибрано цукровий буряк, як основну культуру, яка використовується у продуктах харчування. За отриманими даними перевищення не спостерігаються.

13)Основними розрахунковими характеристиками, які моделюють в рамках роботи є загальна кількість біогенних елементів, які були внесені за період з 2000 по 2010 роки по всім сільськогосподарським культурам. За отриманими характеристиками найбільше мінеральних добрив вносилось під озиму пшеницю, а найменше під ярий ячмінь.

14) Загальна величину виносу біогеннів по всій території Черкаської області має найбільший вплив на величину врожаю мають азотні добрива, а найменшу калійні.

15) Заключним етапом математичної моделі є ідентифікаційні параметри моделі стосовно умов дослідження території, яка визначає вплив характеристик грунту, рослин та факторів навколишнього середовища на якість агроценозів.Отримані результати моделювання дають похибку у межах 17 %, що дозволяє використовувати результати для надання практичних рекомендацій для зменшення негативного впливу інтенсифікації на якісні характеристики врожаїв.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Черкаської області за 2010 рік. Черкаси, 2011.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Черкаської області за 2011 рік. Черкаси, 2012.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Черкаської області за 2012 рік. Черкаси, 2013.
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Черкаської області за 2013 рік. Черкаси, 2014.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Черкаської області за 2014 рік. Черкаси, 2015.
6. Азманова Н.В., Акімов І.А. та ін.. Екологічний атлас. Атлас-монографіія. Київ: Варта, 2006. 220 с.
7. ДСТУ 4362:2004 Якість грунту. Показники родючості грунтів.Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 19 с.
8. Рижука С.М., Лісового М.В., Бенцаровського Ц.М. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення//За ред. Київ: 2003. 64 с.
9. Патика В. П., Тараріко О. Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.
10. Татаріко О.Г. Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги.: Серія «Охорона навколишнього середовища», « Стан Грунтів України»// За ред. Київ: березень, 2005, №3 (15). 31 с.
11. Вигера С.М. Методичні вказівки до самостійної роботи з вивчення дисципліни « Інтегрований захист рослин» //Київ: Видавничий центр НАУ, 2008. 73 с.
12. Городній М. М. Агрохімія: Підручник/ та ін. Київ: ТОВ "Алефа", 2003. 778 с.
13. Булигін С. Ю. та ін. Оцінка і прогноз якості земель: Навч. посібник / Київ нац. аграр. ун-т, 2008. 237 с.

14. 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». Київ: НАУ, 2008. 73 с.
15. Гайнріх Д., Гергт М. Екологія: Пер. з 4-го нім. вид./Худож. Рудольф і Розмарі Фанерт; Наук. ред. пер. В. В. Серебряков. Київ: Знання-Прес. 2001. 287 с.
16. Євтушенко М.Д., Марютін Ф.М., Сушко І.І., Жеребко В.М. та інші/За редакцією М. Д. Євтушенка, Ф. М. Марютіна Пестициди і технічні засоби їх застосування: Навч. посібник/. Харків, 2001. 349 с.
17. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. – Київ: Наукова думка, 2002. – 213 с.
18. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас; пер. с. англ. – Москва: Мир, 1989. – 439 с.
19. Черников В.А., Алексахин Р. М., Голубев А.В. и др Агроэкология /.; под. ред. В.А.Черникова,А.И.Чекереса. – Москва : Колос, 2000. – 8 с.
20. Грабак Н.Х., Топіха І.Н., Давиденко В.М., Шевель І.В. Основи ведення сільського господарства та охорона земель: навчальний посібник, 2-е видання. Київ: ВД «Професіонал», 2006 – 496 с.
21. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – Москва: Колос, 1996-43 с.
22. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. –Львов: Гидрометеоиздат, 1988. – 319 с.
23. 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.

Д О Д А Т К И

Додаток А

ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1. Ільїна В.Г., Шевченко Н.П. Оцінка вмісту мікроелементів у грунтах Черкаської області / Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – Одесса, 2018. – N 1(21), с. 149-153 .

2. Ільїна В.Г., Шевченко Н.П. Оцінка агро – екологічного потенціалу Черкаської області / Матеріали конференції молодих вчених ОДЕКУ (02 – 08 травня 2018): Одеський державний екологічний університет. – Одеса: ТЕС, 2018. – 193 с.

3. Ільїна В.Г., Шевченко Н.П. Оцінка агроекологічного потенціалу Черкаської області / Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – Одесса, 2019. – N 1(22).

Додаток Б

-Внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури

№.	Рівень забезпеченості	Уміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг	
		За методом Тюріна й Кононової	За методом Корнфілда
1	Дуже низький	<30	<100
2	Низький	31-40	101-150
3	Середній	41-0	151-200
4	Підвищений	51-70	>200
5	Високий	ы о о	-
6	Дуже високий	>100	-

Додаток В

Внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури

№	Рівень Забезпеченост	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

Додаток Г

Внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури

№	Рівень забезпеченості	Уміст рухомого калію, мг/кг			
		За методом	За методом	За методом Мачигіна	За методом
1	Дуже низький	<20	<40	<50	<50
2	Низький	21-40	41-80	51-0	51-100
3	Середній	41-80	81-120	101-200	101-150
4	Підвищений	81-20	121-170	201-300	151-200
5	Високий	121-180	171-250	301-400	201-300
6	Дуже високий	>180	>250	>400	>300

Додаток Д

Внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури

Мікро Елемент	Біохіміч-на зона	Ґрунтова витяжка	Градація забезпеченості, мг на 1 кг ґ				іун IV
			Дуже	Низька	Середня	Висока	Дуже
В	Лісостепова і Степова	$н_2о$	0,2	0,2-0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2
Си		1,0 н. неї	1,4	1,4-3,0	3,0-4,4	4,4-5,6	5,6
Мо		Оксалатна	0,10	0,10-	0,23-0,38	0,38-0,55	0,55
Мп		ОД	25	25-55	55-90	90-170	170
Со		1,0 н. НЖ>з	1,0	1,0-1,8	1,8-2,9	2,9-3,6	3,6
Ъп		1.0 н. КС1 Ацетатно-амонійна	0,15 4,0	0,15-0,3 4,0-6,0	0,3-1,0 6,0-8,8	1,0-2,0 8,8	2,0

Додаток Е

Внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури

Поправкові коефіцієнти на солонцюватість ґрунтів

Ступінь солонцюватості	Коефіцієнти
Слаболонцюваті	0,90
Середньосолонцюваті	0,75
Сильносолонцюваті	0,60
Солонці	0,25

Додаток Є

Внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури

Поправкові коефіцієнти на засолення ґрунтів

Ступінь засолення	Коефіцієнти
Слабка	0.85
Середня	0.70
Сильна	0.40
Солончаки	0.10

Додаток Ж

Внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури

Поправкові коефіцієнти на кислотність мінеральних грунтів

Ступінь кислотності	$pH_{сол.}$	Попршвкові коефіцієнти	
		Полісся	Лісостепу
Нейтральні	>6,1	----------	1.00
Близькі до нейтральних	5,6-6,0	1,00	0,96
Слабокислі	5,1-5,5	0,92	0,89
Середньокислі	4,5-5,0	0,85	0,81
Сильнокислі	<4,5	0,74	0,71

Додаток З

Внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури

Поправкові коефіцієнти на лужність грунтів

Реакція грунтового середовища	pH_B0Д.	Поправковий Коефіцієнт
Слабокисла	6,1-6,5	0,95
Нейтральна	6,6-7,5	1,00
Слаболужна	7,6-8,5	0,92
Середньолужна	8,6-9,0	0,80
Сильнолужна	9,1-1,0	0,40
Дуже сильнолужна	10,1-12,0	0,10

Додаток И

Внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури

Поправкові коефіцієнти на забруднення грунту радіонуклідами

№	Рівень забруднення, Кі/км^2	Поправковий коефіцієнт	
		Полісся	Лісостеп, Степ
1	<1Д	1,0	1,0
2	1,1-5,0	0,98-0,90	1,0
3	5,0-10,0	0,85-0,70	0,95-0,84
4	10,0-15,0	0,6-0,50	0,83-0,76