

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра екології та
охорони довкілля

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: ОЦІНКА СУЧАСНОГО АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав студент 2 курсу групи
МЕЕБ- 61 спеціальності 101 –
Екологія
Мороз Анастасія Ярославівна

Керівник д.г-м.н., проф.
Ільїна Валентина Григорівна

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

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

Мороз Анастасії Ярославівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка сучасного агроекологічного стану
сільськогосподарських угідь волинської області

керівник роботи Льїна В.Г., к.геогр.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 05 ” жовтня 2018 р. № 271-”С”

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 року

3. Вихідні дані до роботи Вміст мінеральних(фосфорних, калійних та
азотних) та органічних добрив, гумусу та важких металів у ґрунтах
Волинської області за 2012 -2015 роки. Агрохімічні характеристики ґрунтів
сільськогосподарського призначення.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

- визначити основні агрохімічні характеристики ґрунтів
сільськогосподарського призначення;

- виконати оцінку сучасного еколого – агрохімічного стану агроценозів
Волинської області;

- визначити особливості використання мінеральних та органічних добрив
для умов Волинської області.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Карта – схема розташування районів Волинської області. Структура
земельного фонду області станом на 01.01.2013р.(%). Структура
сільськогосподарських угідь станом на 01.01.2013р.(%). Забруднення ґрунтів
Волинської області свинцем, кадмієм та ртуттю. Аналіз внесення

мінеральних добрив (азотних, фосфорних, калійних) у Волинській області. Всього мінеральних добрив у Волинській області. Площі районів Волинської області удобрені мінеральними добривами. Всього внесено органічних добрив у Волинській області. Площі ґрунтів Ковельського району у відсотках, за вмістом рухомих сполук фосфору .Площі ґрунтів Ковельського району у відсотках, за реакцією ґрунтового розчину. Площі ґрунтів Ковельського району у відсотках, за вмістом гумусу. Агрохімічна характеристика обстежених земель Волинської області за вмістом гумусу. Агрохімічна характеристика обстежених земель Волинської області за вмістом рухомого фосфору. Агрохімічна характеристика обстежених земель Волинської області за вмістом обмінного калію. Агрохімічна характеристика обстежених земель Волинської області за реакцією ґрунтового розчину. Швидкість поглинання рухомих форм Си корінням.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
	<i>немає</i>		

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	<i>Оцінка сучасного стану забруднення ґрунтів Волинської області важкими металами</i>	29.10.18-02.11.18	90,0	5,0
2	<i>Агрохімічна характеристика ґрунтів Сільськогосподарського призначення</i>	03.11.18-11.11.18	90,0	5,0
3	<i>Моделювання трансформації мікроелементів в системі «ґрунт – вода - рослина » під впливом функціонування агроєкосистеми</i>	12.11.18-18.11.18	90,0	5,0
	Рубіжна атестація	19.11.18-24.11.18		
4	<i>Оцінка сучасного еколого-агрохімічного стану ґрунтів Волинської області</i>	25.11.18-28.11.18	90,0	5,0
5	<i>Моделювання хімічного забруднення ґрунтів</i>	29.11.18-01.12.18	90,0	5,0
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника</i>	02.12.18-05.12.18	90,0	5,0
7	<i>Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу до публічного захисту. Рецензування роботи</i>	06.12.18-10.12.18	90,0	5,0
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	5,0

(до десятих)

Студент _____

(підпис)

Керівник роботи _____

(підпис)

Мороз А.Я _____

(прізвище та ініціали)

Ільїна В.Г. _____

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мороз А.Я. Оцінка сучасного агроекологічного стану сільськогосподарських угідь волинської області

Актуальність теми. Вивчення сучасного еколого- агрохімічного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення Волинської області за ступенем агрохімічного навантаження під впливом сільськогосподарського виробництва.

Метою роботи є оцінка сучасного агроекологічного стану сільськогосподарських угідь волинської області.

Об'єктом дослідження є сільськогосподарські угіддя Волинської області.

Предметом дослідження є сучасний агроекологічний стан.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є сучасні методи оцінки стану агроценозів та математичне моделювання.

Результати дослідження. Використана інформація про вміст важких металів, пестицидів та інших забруднювальних елементів у ґрунтах Волинської області за період з 2012 по 2015 роки а також про якісні та кількісні характеристики ґрунтів та внесення мінеральних та органічних речовин. За допомогою моделі трансформації мікроелементів оцінено вплив хімічного забруднення ґрунтів на якість ґрунтово – рослинного покриву. Визначено швидкість надходження найбільш токсичних важких металів до основних сільськогосподарських культур, які вирощуються в умовах Волинської області.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що вперше для умов Волинської області за допомогою математичної моделі виконано оцінку сучасного еколого – агрохімічного стану території.

Теоретичне і практичне значення роботи полягає в оптимізації сільськогосподарських угідь Волинської області з урахуванням сучасного агроекологічного стану. Наукова новизна роботи полягає у тому, що вперше для умов Волинської області за допомогою математичної моделі виконано оцінку сучасного еколого – агрохімічного стану території.

Структура та обсяг роботи. Складається із вступу, чотирьох розділів , висновків, списку використаних літературних джерел (20). Загальний обсяг роботи складає 89 сторінок. Робота містить 20 рисунків, 11 таблиць.

Ключові слова: еколого-агрохімічний стан сільськогосподарських угідь Волинської області, важкі метали, моделювання.

SUMMARY

Moroz A.Ya. Assessment of the Current Agroecological State of Agricultural Lands in the Volyn Oblast

Actuality of theme. Study of the modern ecological and agro-chemical state of agricultural lands of Volyn region on the degree of agrochemical loading under the influence of agricultural production.

The purpose of the work is to assess the modern agro-ecological state of agricultural land in the Volyn region.

The object of research is agricultural land in the Volyn region.

The subject of the research is the modern agroecological state.

Research methods. The methodological basis of the work is the modern methods of assessing the status of agrocenoses and the mathematical modeling.

Research results. The information on the content of heavy metals, pesticides and other pollutants in soils of the Volyn region for the period from 2012 to 2015, as well as qualitative and quantitative characteristics of soils and the introduction of mineral and organic substances, is used. The influence of chemical contamination of the soil on the quality of soil and vegetation cover has been estimated with the help of the model of transformation of microelements. The speed of receipt of the most toxic heavy metals to the main crops grown in the Volyn region is determined.

The scientific novelty of the obtained results is that for the first time, the estimation of the modern ecological and agro-chemical condition of the territory was performed with the help of a mathematical model for conditions of the Volyn region.

The theoretical and practical importance of the work is to optimize the agricultural lands of the Volyn region, taking into account the modern agroecological state. The scientific novelty of the work is that for the first time, for the conditions of the Volyn region, using the mathematical model, an estimation of the modern ecological and agro-chemical condition of the territory was made.

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 89 pages. The work contains 20 drawings, 11 tables.

Key words: ecological-agro-chemical condition of agricultural lands of Volyn region, heavy metals, modeling.

ЗМІСТ

ВСТУП	10
1 СУЧАСНЕ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ	13
1.1 Агроекосистема як об'єкт моделювання.....	13
1.2 Атмосфера.....	15
1.3 Ґрунтовий покрив.....	18
1.4 Рослинний покрив.....	20
2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
2.1 Географічне розташування.....	26
2.2 Характеристика ґрунтового покриву.....	27
2.3 Сучасний стан сільськогосподарського виробництва та якість ґрунтів.....	33
3 МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В СИСТЕМІ «ҐРУНТ – ВОДА – РОСЛИНА» ПІД ВПЛИВОМ ФУНКЦІОНУВАННЯ АГРОЕКОСИСТЕМИ	37
3.1 Моделювання тепло- та волого перенесення у ґрунті.....	37
3.2 Модель хімічного забруднення ґрунтів.....	51
4 ОЦІНКА ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНОГО СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ	56
4.1 Оцінка сучасного стану забруднення ґрунтів Волинської області важкими металами.....	56
4.2 Агрохімічна характеристика ґрунтів сільськогосподарського призначення.....	59
4.3 Оцінка сучасного еколого – агрохімічного стану ґрунтів за допомогою математичної моделі.....	72
ВИСНОВКИ	82

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	86
ДОДАТКИ.....	89

ВСТУП

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

Агропотенціал є критерієм продуктивної здатності ґрунтів і відображає врожайність відповідної сільськогосподарської культури конкретного за еколого-генетичним статусом і гранулометриєю ґрунту, співвіднесена 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 природних 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. У разі високого рівня господарювання - вона економічно прибуткова. Поряд з цим екологічне

навантаження на агроecosистему 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.

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

Це в свою чергу призводить до накопичення у ґрунтах різних хімічних елементів та з'єднань, які в свою чергу дають не тільки позитивних але і негативний ефект. Тому, в рамках роботи було виконано оцінку еколого-

агрохімічного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення. З урахуванням вищенаведених показників ця тема є достатньо актуальною на сучасному розвитку екологічної науки. Для цього була використана інформація про вміст важких металів, пестицидів та інших забруднювальних елементів у ґрунтах Волинської області за період з 2012 по 2015 роки а також про якісні та кількісні характеристики ґрунтів та внесення мінеральних та органічних речовин. Крім того ураховуються показники стану сільськогосподарських рослин та якість атмосферного повітря.

Ціллю науково-магістерської роботи є оцінка стану ґрунтів сільськогосподарського призначення Волинської області за ступенем агрохімічного навантаження під впливом сільськогосподарського виробництва.

Об'єктом дослідження є сільськогосподарські угіддя Волинської області.

Предметом дослідження є сучасний агроекологічний стан.

Практичне значення роботи полягає в оптимізації сільськогосподарських угідь Волинської області з урахуванням сучасного агроекологічного стану.

Наукова новизна роботи полягає у тому, що вперше для умов Волинської області за допомогою математичної моделі виконано оцінку сучасного еколого – агрохімічного стану території.

Апробація роботи виконувалася при написанні 2 наукових статей у Віснику Гідрометцентру Чорного та Азовського морів та тез на Науковій конференції молодих учених Одеського державного екологічного університету у 2018 році.

1 СУЧАСНЕ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ

1.1 Агроекосистема як об'єкт моделювання

Агроекосистеми являють собою надзвичайно складні природні комплекси, що перебувають під безпосереднім контролем людини. Тому, перш ніж ставити завдання моделювання, варто добре розібратися в тому, які природні процеси необхідно описувати в моделі і яким чином включати в неї зовнішні впливи [1].

Звернемося до специфічних умов застосування математичних моделей у рослинництві, землеробстві і агрометеорології. При цьому розглянемо лише практичну сторону питання, а саме: специфіку використання моделей як інструмента прогнозу і управління. Особливість цих задач пов'язана з природною сезонною циклічністю сільськогосподарського виробництва, що дозволило виділити три часових рівня прийняття рішень:

- багаторічні перспективні і проектні рішення (точніше рішення, наслідки яких визначаються протягом декількох років);
- технологічна підготовка до поточного сезону вегетації (рішення, прийняті на майбутній рік);
- оперативна діагностика, прогнозування та управління ростом, розвитком рослин і формуванням урожаю.

Роль моделей на стадії технологічної підготовки вирощування сільськогосподарських культур принципово інша. Головне питання, яке при цьому виникає і вимагає «модельного» обґрунтування зводиться до оцінки та прогнозування того рівня урожаю на кожному полі, на який варто орієнтувати всю технологію. Досяжний рівень урожаю на даному полі при існуючих сортах і агротехніці визначається кліматичними і погодними умовами, їх варіабельністю, існуючою родючістю ґрунтів. Становить інтерес,

насамперед, його ймовірна оцінка, що надалі повинна уточнюватися вже в оперативному режимі, з появою нових даних про характер весняного танення снігу, про весняні запаси вологи і т.п. Для цього модель повинна бути випробувана на багаторічних погодних даних і повинні бути виявлені залежності досяжного урожаю від варіюючих факторів зовнішнього середовища.

Найбільший інтерес представляє використання динамічних моделей у режимі прогнозу й оперативного управління. Користувача, насамперед, може цікавити оцінка поточного агрометеорологічного стану ґрунтів і посівів - вмісту у ґрунті доступної вологи, поживних речовин, фази розвитку рослин, накопичення біомаси та ін. Другий клас задач пов'язаний з формуванням прогнозів різної завчасності.

Нарешті, динамічні моделі можуть служити ефективним допоміжним засобом при вирішенні тих чи інших агрономічних задач, особливо при їх включенні в інформаційно-дорадчі системи [2].

Інформаційна база подібних систем у зв'язку із специфікою конкретної системи повинна мати свої особливості. Крім метеорологічних і агрометеорологічних даних обов'язково необхідні поправки для корегування цих даних з врахуванням місцеположення посівних площ, рельєфу місцевості. База повинна включати історію полів, характеристики посівних площ, технічних і економічних можливостей господарства, прийняті технології вирощування сільськогосподарських культур та ін. Програмний комплекс системи повинен забезпечувати інтерактивний режим роботи з нею. При цьому в діалоговому режимі користувач повинен отримувати інформацію для прийняття відповідних рішень за технологією вирощування культури, а також про збиток у випадку невиконання або невчасного проведення тих чи інших операцій.

1.2 Атмосфера

Наземні рослини живуть одночасно в двох середовищах - у ґрунті й у приземному повітрі. Тому процеси, які відбуваються у приземному шарі атмосфери так само важливі для їхньої життєдіяльності, як і процеси, що протікають у ґрунті. В природних умовах рослини, отримуючи з повітря необхідний для свого життя вуглекислий газ і енергію Сонця, одночасно відчують «тиск» великої кількості тепла, що надходить до посіву. Адаптуючись до цих умов, рослини значну частину сонячної енергії, яка надходить, витрачають на випаровування води з листя - транспірацію, утримуючи тим самим температуру своїх тканин у сприятливих для життя межах. Цей процес цілком прийнятний і навіть необхідний, оскільки видалення води з ґрунту змушує її пересуватися до коренів, для підживлення їх мінеральними речовинами. Однак запаси вологи у ґрунті не безмежні. Інтенсивна транспірація при обмеженій кількості опадів, зрештою, приводить до посух і втрат урожаю. Таким чином, без описування процесів енерго- і масоперенесення у приземному шарі атмосфери неможливо уявити собі модель, яка претендує на свою адекватність[3].

Сонячна радіація, що надходить до посіву залежить від географічної широти місця, астрономічного часу і режиму хмарності. Добова тривалість освітлення земної поверхні змінюється протягом року. При цьому для описування процесів фотосинтезу і фотоперіодизму важливим є час від фактичного сходу до фактичного заходу Сонця, а, наприклад, період від заходу до настання сутінок - несуттєвий. У середніх широтах зсунення вегетаційного періоду на 1-2 тижні не приводить до істотної зміни фотоперіодичного режиму.

Навіть при безхмарному небі частина сонячної радіації, перш ніж дійти до поверхні Землі поглинається озоновим шаром і газоподібними компонентами атмосфери - O_3 , O_2 , H_2O , CO_2 , а також аерозолями. Сумарна

короткохвильова або інтегральна радіація, що надходить на горизонтальну Ділянку одиничної площі Q , складається з потоків прямої радіації $S' = S \sin h_0$ і розсіяної атмосферної променистої енергії, чи дифузійної радіації D :

$$Q = S \sin h_0 + D \quad (1.1)$$

де h_0 - кутова висота Сонця над горизонтом, вимірювана в радіанах. Відношення D/Q також залежить від h_0 . При малих висотах Сонця практично вся радіація є розсіяною, а її частка у загальному потоці зменшується з ростом h_0 приблизно до 13 %. При наявності суцільної хмарності потік радіації зменшується. Уся радіація стає при цьому дифузійною.

Формування радіаційного поля у посіві залежить від його щільності й інших геометричних характеристик і характеризується коефіцієнтами відбиття (альbedo), пропущення і поглинання. Для розрахунку теплового режиму необхідно враховувати всю радіацію, що надходить, а для визначення інтенсивності фотосинтезу - лише її частину, так названу фотосинтетично-активну радіацію (ФАР). Фотосинтетично активним вважається випромінювання з довжинами хвиль, які знаходяться в діапазоні 380-710 нм, що складає частку, приблизно рівну 50% від усієї прямої радіації і 60 % - від розсіяної. У посівах, які сформувалися, з листовим індексом 4-5 і більш радіаційне поле швидко загасає з віддаленням від їхньої верхньої крайки. Листки, розташовані у середніх і нижніх ярусах, починають відчувати нестачу ФАР, що приводить до зниження сумарного фотосинтезу і зменшення урожаю. Тому розгляд питання про зв'язок радіаційного режиму, архітектоніки посіву і фотосинтезу є важливим для моделювання продуктивності агроєкосистем[6].

Масообмін у посівах пов'язаний в основному з видаленням пари води і тепла, а також підживленням рослин вуглекислим газом. Ці процеси знаходяться під контролем процесу турбулентного перемішування повітря, яке знаходиться у міжлистовому просторі. Повітряні маси, що переміщуються над посівом, зустрічаючи на своєму шляху перешкоду у

вигляді розподілених фітоелементів (листя, стебла, колосся), втрачають свою кінетичну енергію, яка переходить в енергію вихрових (турбулентних) рухів і потім розсіюється у вигляді тепла. Утворені в результаті вихри різного масштабу, «чіпляючись» один за одного, переносять у посіві всі пасивні домішки - пари води, вуглекислий газ, кисень і тепло.

Завдяки турбулентному обміну швидкість видалення пари води з міжлистяного простору, перенесення CO_2 і тепла виявляється на кілька порядків вище, ніж у випадку, якби ці процеси протікали у спокійній атмосфері. Швидкість вітру, як і коефіцієнт турбулентного обміну, усередині посіву, загасає з висотою і наближається до нуля поблизу земної поверхні (тобто на рівні шорсткості). Завдяки цьому масообмін верхніх ярусів листків і колосся протікає значно більш інтенсивно, чим середніх, а тим більше, нижніх ярусів. Це узгоджується зі швидкістю фотосинтезу, що також має великий рівень у верхніх частинах посіву. Таким чином, одним із завдань моделювання є описування процесів турбулентного перенесення у посіві.

Замикаються рівняння моделі умовами теплового балансу. Дійсно, прихідна до посіву енергія у вигляді її короткохвильової (інтегральної) і довгохвильової (теплової) складових не зникає. Лише невеликий її відсоток витрачається на фотосинтез. Основними ж витратними статтями є:

- витрата енергії на транспірацію;
- турбулентне перенесення тепла від посіву чи до посіву;
- нагрівання листя та інших фітоелементів;
- нагрівання верхнього шару ґрунту.

Крім того, відповідно до закону Стефана-Больцмана теплова енергія частково розсіюється посівом у навколишній простір.

Саме, виходячи з умов теплового балансу, можна розрахувати інтенсивність транспірації або утворення роси на листках, швидкість випаровування перехоплених опадів, температуру листя і поверхні ґрунту. При цьому, як правило, у денні години температура ґрунту при інтенсивній

транспірації виявляється на 3-5 °С вище температури повітря. В умовах посухи ця різниця може досягати 7-10 °С і навіть 12 °С[4].

1.3 Грунтовий покрив

Головними характеристиками ґрунту є механічний склад і структура, вміст у ньому повітря, води і біотичних компонентів. Під механічним (гранулометричним) складом ґрунту розуміється вміст у ньому елементарних часток, об'єднаних у фракції: гравій (частки з діаметром більш 1 мм), пісок (частки з діаметром від 0,05 до 1 мм), частки пилу (0,002-0,05 мм) і мулу чи глини (менше 0,002 мм).

Завдяки зв'язності при зволоженні глинисті ґрунти важко піддаються обробці, а при пересиханні окремі частки злипаються з утворенням брил. Загальний поровий простір у глинах іноді виявляється більшим, ніж у пісках. Однак оскільки значна частина цього порового простору представлена мініатюрними порами, швидкість проникнення води і повітря крізь глину значно менше, ніж крізь пісок[5].

Мікроскопічні дослідження останніх років показали величезну розмаїтість способів з'єднання часток піску, глини і мулу, які обумовлені активністю мікроорганізмів і рослин. Сукупності мікроагрегатів, які складаються з глинистих пластин, утворюють макроагрегати і крупіці. У непорушеному ґрунті можна виділити агрегат більшого розміру, названий педом.

Добра ґрунтова структура, тобто така, яка сприяє росту рослин, має губчасту чи грудкувату структуру. У ній містяться пори, крізь які дифундує необхідний для дихання коренів кисень, а вода вільно надходить до кореневої системи рослин. Приблизно 50 % об'єму ґрунту зайнято твердою речовиною (мінерали, рослини, органічні залишки), а інші 50 % представлені поровим простором, заповненим частково повітрям, частково водою.

Оскільки корені рослини і мікроорганізми, які живуть у ґрунті, і багатоклітинні в процесі дихання споживають кисень і виділяють вуглекислий газ, аерація ґрунту так само необхідна, як і постачання рослин водою.

Оптимальні умови зволоження для рослин спостерігаються при вологості ґрунтів, яка відповідає найменшій вологоємності (НВ) або трохи нижче. При вологості в'янення, що відповідає сисній силі ґрунту, близько 15 атм, рослини починають відчувати нестачу вологи і зрештою гинуть. При перезволоженні, тобто при вологості від НВ до повної вологоємності порушується аерація ґрунтів, розвиваються кореневі гнилі, пригнічується несімбіотична азотфіксація, а бактерії-амоніфікатори починають працювати як денітрофікатори, приводячи до втрат азоту.

На біологічну активність ґрунтів, певний вплив мають представники мікрофлори, які живуть у них (бактерії, актиноміцети, гриби, водорості), і фауни (найпростіші, нематоди, комахи, земляні хробаки). Завдяки їхній життєдіяльності відновлюється ґрунтова родючість: відбувається мінералізація відмерлих залишків рослин і утворюється гумус.

Усі ці процеси знаходяться під впливом фізичних факторів, найважливішими з яких є співвідношення вода - повітря і температура. Температурний режим, на відміну від водного, має явно виражений сезонний і добовий хід (для водного режиму характерним є лише добовий режим випаровування) [6].

Амплітуда добових коливань температури загасає зі збільшенням глибини і на відстані 50 см від поверхні ґрунту добовий хід температури практично відсутній. Сезонні коливання температури досягають глибини 2 м, а в деяких регіонах і більше. Температурний максимум і температурний мінімум на поверхні ґрунту спостерігаються майже одночасно з максимумом і мінімумом температури повітря і настають відповідно о 14-15 годині і на сході Сонця. Зі збільшенням глибини одночасно із зменшенням амплітуди

добових коливань відбувається їхній зсув по фазі - час досягнення мінімуму і максимуму зміщується на більш пізні години.

Усі біологічні процеси у агроєкосистемах мають температурний оптимум, який різниться для різних процесів, він знаходиться приблизно в діапазоні 20-30°C. При зниженні температури нижче 0 °C або її підвищенні (вище 40-50 °C) біологічні процеси «завмирають». Таким чином, задача моделювання температурного режиму ґрунту є не менш важливою, ніж задача моделювання динаміки ґрунтової вологи. До інших процесів, які мають вирішальний вплив на продукційний процес відносяться трансформація мінеральних і органічних форм азоту, перенесення нітратів у ґрунтовому профілі, круговорот фосфору і калію, а також газовий режим ґрунтів, включаючи дифузію кисню і вуглекислого газу.

Відзначимо, що трансформація органічної речовини здійснюється досить повільно. Наприклад, протягом одного сезону вегетації зміни вмісту гумусу у ґрунті практично не відбувається. Фосфор, навіть внесений у ґрунт у вигляді добрив, також мало рухливий. Включення фосфорних з'єднань у продукційний процес відбувається, головним чином, через його біологічний круговорот, з поверненням в доступну для рослин форму після мінералізації орґано-фосфатів. Азот є найбільш рухливим елементом, який найчастіше лімітує урожай.

1.4 Рослинний покрив

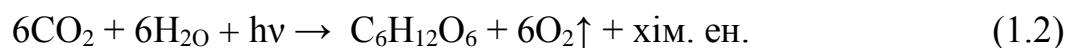
Зелені рослини як первинний виробник всієї органічної речовини відіграють найважливішу роль у біосфері Землі в цілому: за рахунок використання вуглекислого газу повітря і мінеральних речовин ґрунту вони синтезують вуглеводи, білки, рослинні жири та інші органічні сполуки, які потім споживаються травоядними тваринами.

Складні трофічні ланцюги замикають круговорот речовин, повертаючи первинні мінеральні компоненти у атмосферу, ґрунт і водойми. Оскільки вищі рослини ведуть нерухомий спосіб життя, первинні мінеральні елементи повинні транспортуватися до їх асимілюючих органів тим чи іншим способом. Головну роль тут відіграють процеси турбулентного перемішування у атмосфері, які доставляють рослинам CO₂, перенесення вологи у ґрунті, що постачає корені рослин азотом, фосфором та іншими елементами і сонячна радіація, яка є невичерпним (поки) перелом енергії для біосинтезу[7].

Нормальна життєдіяльність рослин може підтримуватися тільки ^{за}вдяки існуванню двох потоків: вуглекислого газу зверху, води і мінеральних речовин знизу. Випаровування листками води, крім функцій «насоса», що змушує воду разом з розчиненими в ній речовинами рухатися коренів, грає й іншу важливу роль. Завдяки витратам тепла на транспірацію запобігається перегрів листя, що утримує їхню температуру в межах, які забезпечують нормальне протікання всіх біологічних процесів.

Таким чином, при моделюванні продукційного процесу необхідно описати фотосинтез у зелених органах рослини, поглинання мінеральних речовин коренями, «зустрічний» транспорт води, вуглеводів і мінеральних елементів, біосинтез амінокислот, білків і високомолекулярних вуглеводів, ріст різних органів рослини і розвиток, що розуміється як зміна окремих етапів онтогенезу або як зміна фенофаз.

Фотосинтез є первинною ланкою у цьому ланцюжку: із двоокису вуглецю і води під дією сонячного світла у хлоропластах в присутності хлорофілу, який виконує роль каталізатора, утворюються сахари:



Процес фотосинтезу розподіляється на дві основні фази. У першій з них (фотохімічній) вода під дією світла розщеплюється на водень і кисень, а в другій (біохімічній) CO₂ з'єднується з воднем. При моделюванні

фотосинтезу головним завданням є опис дифузії CO_2 у внутрішні порожнини листка і його переходу в розчин, поглинання листками сонячної радіації і її фотосинтетично активної частини (ФАР), власне синтезу сахарів у процесі карбоксилювання. Враховується також залежність цих процесів від внутрішніх факторів стану рослин: оводненості її тканин, їхньої температури, концентрації хлоропластів у листках, стеблах і колосках.

Дифузія газоподібного CO_2 у міжклітинниках відбувається в основному через устячкові отвори, на ступінь відкритості яких впливає прихідна радіація і водний потенціал листка. Тим самим забезпечується зв'язок інтенсивності фотосинтезу з водним режимом. На температуру листя також впливають радіаційний і водний режими. Цим, зокрема, пояснюється полуденна депресія фотосинтезу. При інтенсивній транспірації відбувається часткове зневоднювання тканин, устячка закриваються, підвищується температура листя, інтенсивність фотосинтезу знижується.

Специфіку поглинання мінеральних елементів коренями рослини розглянемо на прикладі азоту. Фізіологічні функції кореня знаходяться в тісному зв'язку з його анатомічною будівлею, в якій розрізняють дві морфологічно різні зони - кору і центральний циліндр (стелу). Кора, обмежена зовні епідермісом, складається з трьох шарів паренхімних клітинок. Центральний циліндр, містить у собі поперемінні елементи флоєми і ксилеми, також оточені клітинами паренхіми. Мінливість флоєми і ксилеми створює найбільший контакт провідних тканин із клітинами кори і сприяє більш ефективному здійсненню фізіологічної функції кореня, спрямованої на поглинання і транспорт мінерального азоту. Для кори характерна наявність розвинутих міжклітинників, які сприяють кращому кисневому постачанню і транспорту води, а також присутність у клітинах вакуолей, які займають 80-90 % об'єму клітин. У вакуолях розміщуються запасні фонди азоту, які необхідні для розвитку самого кореня. Найбільш ймовірним шляхом транспорту багатьох іонів із кореня в стелу (в тому числі і нітратів) прийнято вважати симпласт, тобто спеціальні тяжі-трубочки, які пронизують

паренхіму клітин кори як у радіальному, так і подовжньому напрямках. По цих тяжках-трубочках іони можуть мігрувати без витрати енергії безпосередньо до тканин центрального циліндра[8].

Центральний циліндр являє собою складний комплекс тканин, які містять провідні елементи, активні мерістемні тканини і паренхіму. Тканини центрального циліндра щільно прилягають одна до одної, в наслідок чого провідна система кореня відмежована від кори.

У клітинах центрального циліндра, завдяки активним процесам метаболізму, що йдуть з витратою енергії, іони «накачуються» у ксилему. При цьому концентрація нітратів у ксилемі виявляється більшою, ніж у ендодермі, а зворотний потік нітратів виключається. Зовнішній шар центрального циліндра (перицикл) відіграє роль своєрідного колектора, який збирає речовини з ендодерми і направляє їх до судин ксилеми.

Таким чином, у процесі поглинання нітратів коренями поперемінно йдуть етапи пасивної дифузії по симпласту й активного транспорту за допомогою переносників.

Поглинання іонів амонію також являє собою багатофазний процес, однак, цей процес в цілому носить пасивний характер, спрямований на градієнт електрохімічного потенціалу.

Подальша доля азоту у рослині тісно пов'язана з вуглецевим метаболізмом. Асиміляція азоту в корені відбувається при наявності сахарози, яка надходить по флоемі з листя. При цьому частина нітратів у коренях відновлюється до нітритів, а потім і до амонію, а інша частина надходить у надземні органи. Синтез первинних амінокислот також відбувається у корені, на що використовується енергія, яка виділяється при гліколізі. Відновлення нітратів у фотосинтезуючих органах проходить за допомогою використання проміжних продуктів фотосинтезу.

В спрощеному вигляді подальша взаємодія вуглець - азот відбувається за наступною схемою. У комфортних умовах, тобто при високих рівнях фотосинтезу й азотного живлення, ріст і розвиток рослин відбувається за

генетично зафіксованою програмою. Первинні продукти фотосинтезу і поглинений коренями азот відразу ж включаються в метаболізм, завдяки чому йде збалансована «побудова» усіх основних органів рослини - листя, коренів, стебел і згодом генеративних органів[9].

Дефіцит азоту означає одночасно відносний надлишок вуглеводів. При цьому сахароза досить легко надходить у корені, а поглинений коренями азот відразу ж «перехоплюється» реакційними центрами. Це приводить до того, що більш інтенсивно починає розвиватися коренева система та обмежується формування надземних органів. Відношення вершки - корені (shoot - root) при цьому збільшується. Виявляється, що, незважаючи на дефіцит азоту, його невелика частина все-таки транспортується у листя, так що їхня біомаса також збільшується, хоча й повільніше ніж у комфортних умовах. Рослини як би «розшивають» вузьке місце, оскільки переважний ріст коренів в умовах азотного голодування збільшує їхню поглинальну поверхню. При цьому незатребувана частина сахарів відправляється в запас, який утворюється у листках у вигляді крохмалю.

На швидкість розвитку рослин впливають наступні фактори: температура, вологість ґрунту, а, точніше, пов'язаний з нею водний потенціал рослини, тривалість дня й умови азотного живлення. При цьому температура являється основним фактором: при її підвищенні в досить широких межах розвиток прискорюється, однак при великому перегріві відбувається уповільнення розвитку. Аналогічним образом діє на рослини і водний стрес. Швидкість проходження фенофаз збільшується при зниженні вологості ґрунту від величини НВ до вологості в'янення, а при тривалому перезволоженні розвиток сповільнюється. Вплив тривалості дня істотно впливає лише при переході рослин до цвітіння.

Своєрідним, хоча і не до кінця з'ясованим, є вплив азоту. Азотний дефіцит приводить до прискорення розвитку в першій половині вегетації (до цвітіння), але сповільнює розвиток на завершальних фазах. Тому рослини,

вирощені на різних фонах азотного живлення, дозрівають практично одночасно[10].

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Географічне розташування

Волинська область розташована на північному заході України і межує на заході з республікою Польща, на півночі - з республікою Білорусь, на сході - з Рівненською областю, на півдні - з Львівською областю. Площа області складає 20,1 тис. кв. км. або 3,3% від загальної території України.

На території Волинської області протікає 132 річки загальною протяжністю 3417,6 км. У північній та західній частині області проходить Головний Європейський вододіл, який розділяє басейн Чорного і Балтійського морів, зокрема басейн Дніпра і Західного Бугу. В результаті широкомасштабних осушувальних робіт в області значна частина річок або їх ділянок втратили свій первісний вигляд і постають тепер у вигляді магістральних каналів .

Область займає західну частину Східноєвропейської рівнини і знаходиться на заході рівнинних просторів двох природно-географічних зон України-Полісся і Лісостепу. Більша частина її (майже три чверті всієї площі) розташована в низинному Західному Поліссі, а менша – у лісостеповій зоні на Волинській лісовій височині. Через територію області проходить частина Головного європейського вододілу, який розділяє басейни рік Чорного і Балтійського морів. На території області знаходиться 265 озер, загальною площею 14398 га., більшість з них карстового походження, зокрема група Шацьких озер [11].

На території Волинської області протікає 132 річки загальною протяжністю 3417,6 км. У північній та західній частині області проходить Головний Європейський вододіл, який розділяє басейн Чорного і

Балтійського морів, зокрема басейн Дніпра і Західного Бугу. В результаті широкомасштабних осушувальних робіт в області значна частина річок або їх ділянок втратили свій первісний вигляд і постають тепер у вигляді магістральних каналів.

Волинська область характеризується порівняно теплим помірно-континентальним кліматом з достатньою кількістю тепла і вологи.

Волинь багата ріками та озерами. Її ріки належать до басейну Прип'яті і частково - Західного Бугу. Густота гідрографічної сітки тут у два рази більша, ніж в середньому по Україні. Основу її становлять ріки Припять, Стир, Стохід, Турія, Виживка, притоки Західного Бугу та інші.

В області налічується 137 річок та 268 озер. Найбільші і наймальовничіші озера - це Світязь, Пулемецьке, Турське, Люцемир, Перемумут, Оріхове. Волянське, Біле, Любязь.

2.2 Характеристика ґрунтового покриву

Площа ґрунтів Волинської області становить 511 тис. га. Їх материнськими породами найчастіше є водно-льодовикові піски і супіски, моренні і давньоалювіальні відкладення різного механічного складу і потужності.

У південній частині Волинського Полісся ці відкладення часто підстеляються крейдою, що впливає на характер зволоження материнської породи і ступінь насичення її карбонатами кальцію [12].

За ступенем опідзолення дерново-підзолисті ґрунти діляться на сильно, середньо-і слабопідзолисті. Ступінь опідзолення залежить від віку ґрунту, тобто тривалості підзолистого процесу і від механічного складу материнських ґрунтів. На піщаних і супіщаних породах часто утворюються дерново-слабопідзолисті ґрунти а на глинисто-піщаних і суглинистих-дерново-і середньопідзолисті, особливо коли вони на глибині до 1 м. підстеляються суглинками або крейдою. Більше половини дерново-

підзолистих ґрунтів піддаються надмірному, зволоження за рахунок неглибоко залягають підземних вод, тобто відносяться до в'язкі і глейовими.

Дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти поширені по всьому Волинському Поліссі, займають площу 289 тис. га, в тому числі 136 тис. га ріллі. Вони залягають на слабохвилястих вододільних просторах і борових терасах річок. Дуже часто в рельєфі виражені піщані пагорби і гряди, дюни і вали. Піски, на яких вони сформувалися, переважно водно-льодовикового походження, часто пересортовані і перевідкладені вітром. Іноді материнської породою виступає моренний пісок, який містить багато валунів і гальки. У знижених елементах рельєфу великий вплив на ґрунтоутворчі процеси мають неглибоко залягають підстилають породи - суглинки і крейда.

Механічний склад ґрунтів обумовлює його водно-повітряні властивості. Мала кількість глинистих фракцій (5-10 %) не може створити хоч якусь структуру, зумовлює велику водопровідність і малу вологомісткість. Верхні шари ґрунту містять мало вологи, яка навіть при багатоденних Носуха швидко випаровується, що призводить до в'янення рослин. Особливо згубно діє на такі ґрунти осушення прилеглих заболочених і перезволожених земель, знижує рівень ґрунтових вод, якими харчуються рослини. Більш сприятливий водний режим мають ґрунту, підстелені на незначній глибині шарами суглинків або крейдою.

Дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти є бідними в області. Вони містять 0,6-1,3 % гумусу, слабо забезпечені рухомими формами поживних речовин (азоту - 1,1-6,5, фосфору - 0,4-5,5, калію - 0,3-4,5 мг 100 г ґрунту). Реакція ґрунтового розчину середньоокисла (рН дорівнює 4,7-5,4). Сума ввібрана основ становить 1,0-2,6 мг-екв на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами становить 22,1-38,5 %. Гідролітична кислотність їх невисока (1,5-3,3 мг-екв на 100 г ґрунту), то пов'язано з дуже малою ємністю поглинання.

Дерново - середньо і сильнопідзолисті ґрунти поширені переважно в південній частині Полісся [13]. Вони розвинулися на малопотужних четвертинних відкладеннях, представлені супісками, покривними

суглинками і шаруватими нашарування різного механічного складу. Часто ці відкладення на глибині 1-1,5 м підстилаються крейдою. На більш знижених елементах рельєфу значну роль в ґрунтоутворення грає глеєвих процес .

Дерново-підзолисті супіщані і суглинисті ґрунти більш родючі, ніж піщані їх скасування. У них можна висівати все районовані культури, в тому числі такі інтенсивні, як пшениця, кукурудза, коноплі, цукровий буряк, чи придатні вони під сади і хмільники. Для підвищення їх родючості потрібно поглиблювати орний шар, вапнувати, вносити органічні і фізіологічно лужні мінеральні добрива, застосовувати сидеральні сівозміни.

Близько 9 тис. га займають глинисті і сильно глинисті відміни дерново-підзолистих ґрунтів. Займають вони невеликі за площею зниження серед інших ґрунтів. Ступінь опідзолення, механічний склад, кислотність, гумусованість їх різні. Спільним у них є близьке залягання до поверхні ґрунтових вод (50-100 см.), ознаки оглеєні, іноді трапляється заторфованість гумусового горизонту .

У зв'язку з цим такі ґрунти мають незадовільний водно-повітряний режим, що призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур, а в перезволожені роки викликає їх загибель. Крім заходів, рекомендованих для всіх дерново-підзолистих ґрунтів, для оглеєних і сильнооглеєних відмінностей обов'язковим є регулювання рівня ґрунтових вод за допомогою гончарного або відкритого, зазвичай гірше, дренажу.

Сірі лісові ґрунти формуються в лісостеповій зоні в умовах періодично - промивного водного режиму під пологом широколистяних , змішаних або дрібнолистяних (березові з домішкою осики) лісів з різноманітною та багатою трав'яною рослинністю. Існують можливі шляхи освіти сірих лісових ґрунтів у різних фізико географічних умовах, що забезпечують формування досить добре гуміфікованого профілю з ознаками опідзоленості [14]. Сучасне розуміння генезису сірих лісових ґрунтів полягає в тому, що цей тип ґрунтів сформувався під переважним впливом дернового процесу в поєднанні зі слабким розвитком підзолистого процесу за участю лесоважа .

Згідно з класифікацією ґрунтів, тип сірих лісових ґрунтів підрозділяється на три підтипи:

Світло - сірі лісові: гумусовий горизонт малопотужний - 15-20 см, світло - сірого кольору, як і гумусо-елювіальний, що відрізняється сланцюватою або плитчаста структурою; ілювіальний горизонт добре виражений, дуже щільного складання, горіхуватої структури. Вміст гумусу від 1,5-3 % до 5 %, в його складі переважають фульвокислоти, що обумовлює кислу реакцію ґрунтів даного підтипу. У цілому, за морфологічними ознаками і властивостями близькі до дерново - підзолистих ґрунтів.

Сірі лісові: дерновий процес виражений сильніше, а підзолистий - слабше, ніж у світло - сірих. Гумусовий горизонт сірого кольору, потужністю 25-30 см, вміст гумусу - від 3-4% до 6-8 %, в його складі незначно переважають гумінові кислоти. Ґрунтовий розчин має кислу реакцію середовища. Елювіально - ілювіальний горизонт може бути не виражений.

Темно - сірі лісові: серед сірих лісових ґрунтів виділяється найбільш інтенсивним дерновим процесом і найменш - підзолистим (кремнеземиста присипка нерясна, іноді може взагалі відсутня). Потужність гумусового горизонту - до 40 см, вміст гумусу - від 3,5-4% до 8-9%, гумінові кислоти переважають над фульвокислот. Реакція середовища – слабо кисла. Характерна наявність новоутворень кальцію на глибині 120-150 см.

Відрізняються досить високою родючістю і при правильному використанні дають хороші врожаї сільськогосподарських культур. Особливу увагу в зоні сірих лісових ґрунтів необхідно звернути на заходи по боротьбі з водною ерозією, оскільки вона охопила великі площі орних земель [15]. У деяких провінціях еродовані різною мірою ґрунту становлять 70-80 % площі ріллі. В результаті недостатнього внесення органічних добрив вміст гумусу в орному шарі сірих лісових ґрунтів зменшується. Важливим заходом при землеробському використанні сірих ґрунтів є вапнування. При вапнуванні нейтралізується надлишкова кислотність сірих лісових ґрунтів і поліпшується надходження поживних речовин в коріння рослин. Вапно

мобілізує фосфати ґрунту, що призводить до захоплення доступного для рослин фосфору; при внесенні вапна зростає рухливість молібдену, посилюється мікробіологічна діяльність, збільшується рівень розвитку окислювальних процесів, більше утворюється гуматів кальцію, поліпшуються структура ґрунтів, якість рослинницької продукції.

Дерново-слабопідзолисті глинисто-піщані ґрунти на водно-льодовикових пісках [16].

Загальна площа разом зі середньопідзолистими ґрунтами 865,8 тис. га (2 %), у тому числі орних 423,5 тис. га . Поширені на піщаних терасових і зандрових рівнинах. Неп 0-18 (23) см - гумусовий, елювіюваний, орний, світло-сірий, свіжий, піщаний, пухкий, безструктурний; перехід різкий. Ре 19 (24) -38 (45) см - пісок світло-жовтий з білявими плямами , елювіюваний, свіжий, пухкий, безструктурний; перехід різкий по лінії псевдофібр. Рі 39 (46) -108 (122) см - пісок елювіюваний, світло-жовтий з червоно-бурими розірваними псевдофібрами товщиною 0,5- 2 см, свіжий. Псевдофібри щільні, пісок в них зцементований озалізнений глиною. Шари між псевдофібрами пухкі, складаються з від митого від глинистих часток піску. Перехід різкий по лінії псевдофібр. Р 109 (123) - 210 см і глибше - білий , пухкий , дрібнозернистий пісок.

Оціночні бонітети дерново-слабопідзолисті ґрунтів становлять 27, 37 і 70 балів. Ці ґрунти придатні переважно для сівозмін з сидеральними культурами - жита , картоплі , гречки і люпину і абсолютно непридатні під сади . Заходи з поліпшення родючості цих ґрунтів повинні бути спрямовані на підвищення вмісту в них органічних речовин шляхом висіву культур на зелені добрива я внесення органічних добрив - гною, торфокомпост та ін., а також на поліпшення поживного режиму шляхом внесення мінеральних добрив, в першу чергу калійних , а потім азотних і фосфорних [17].

Так як ці ґрунти дуже бідні обмінними кальцієм і магнієм, їх необхідний б вапнувати. Без цього внесення добрив малоефективно. У

зв'язку з рихлістю ці ґрунти часто піддаються дефляції, тому майже повсюдно потребують захисту від вітрової ерозії.

Світло-сірі опідзолені ґрунти на лесах. Загальна площа разом з сірими опідзоленими ґрунтами 2611 тис. га (5,9 %), у тому числі орних 2125 тис. га. HE 0-22 см - гумусово-елювіальний, світло-сірий, свіжий, легкосуглинкові, плитчасту, пухкий, збагачений SiO_2 , густо пронизає коріння дерев. Eh 23-34 см - елювіальний , свіжий , білястий , легкосуглинкові, пилювато-пластинчастий, пухкий, відмитий від глинистих речовин і майже повністю складається з кремнезему, зустрічаються затекло гумусу; перехід помітний. I1 (h) 35-67 см - іллювіальний, темно-бурий, свіжий, легкосуглинкові, призмоподібно-горіхуватий, щільний, збагачений глинистим речовиною, грані структурних окремо покриті колоїдної лакуванням і щедрою присипкою SiO_2 ; перехід поступовий. I2 68-125 см - іллювіальний, червоно-бурий, свіжий , середньосуглинний, призматичний, щільний, збагачений глинистими частинками, грані структурних окремо покриті колоїдної лакуванням і слабкою присипкою SiO_2 ; перехід помітний. Pк 126-150 см і глибше - палевий легко - суглинковий карбонатний лес[18].

Ґрунти придатні під усі сільськогосподарські культури, районовані в зоні, особливо під плодові та ягідні насадження. Характеристика сірих опідзолених ґрунтів на лесах наведена у додатку Б. Бонітети їх складають: 46 , 60 , 56 балів. Заходи щодо підвищення родючості цих ґрунтів повинні бути спрямовані на створення потужного орного шару, внесення органічних і мінеральних добрив; ефективні малі дози гіпсу (в рядки при посіві), а також мікроелементи - бор, марганець, молібден.

Чорноземи опідзолені на лесах.

Загальна площа 2029,6 тис. га (4,6%), у тому числі орних 1754,9 тис. га. Поширені переважно в західній та правобережного Лісостепу на широко-і вузькохвилятих вододілах і їх схилах, в лівобережного Лісостепу - по правих корінним берегах річок.

2.3 Сучасний стан сільськогосподарського виробництва та якість ґрунтів

Земельний фонд області за станом на 01.01.2013 року становить 2014,4 тис. га, з них 1048,4 тис. га або 52% відсотка займають сільськогосподарські угіддя, що свідчить про високий рівень сільськогосподарської освоєності земель [19]. Розташування районів Волинської області зображено на рисунку 2.1.

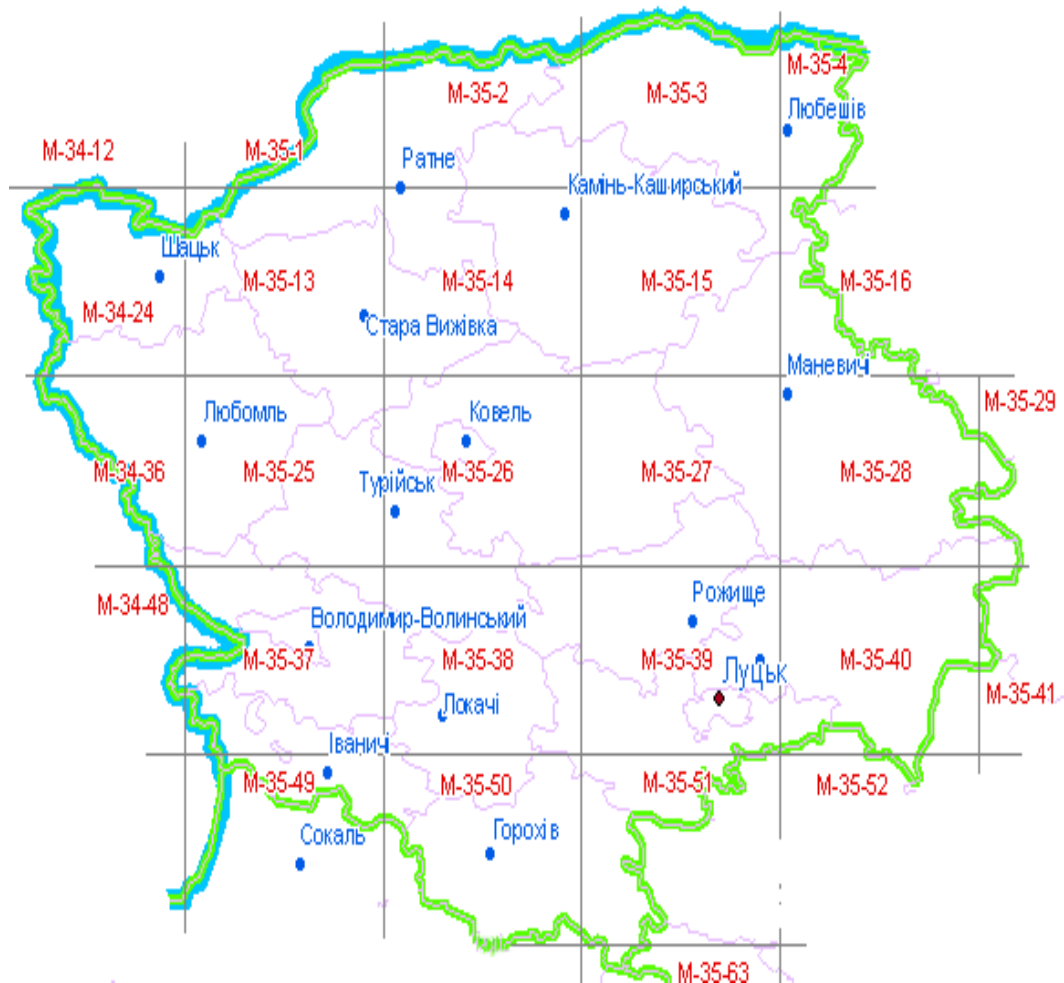


Рис 2.1 Карта – схема розташування районів Волинської області.

Структура земельного фонду області (рисунок 2.2) свідчить, що більше половини території зайнято сільськогосподарськими землями – 1080,9 тис. га

(54%), сільськогосподарські угіддя становлять 52% (1048,4 тис. га), в тому числі рілля (1) – 33% (673,2 тис. га), багаторічні насадження (2) – 0,6% (11,7 тис. га), сіножаті (3) – 8% (161,0 тис. га), пасовища (4) – 10,1% (202,5 тис. га). Під лісами та лісовкритими площами знаходиться (5) – 697,7 тис. га або 34,6 %, забудовані землі (6) займають – 60,0 тис. га або 3%, болота (7) – 115,9 тис. га або 5,7%, відкриті землі без рослинного покриву (8) – 14,5 тис. га або 0,7%, води (9) – 45,4 тис. га або 2%.

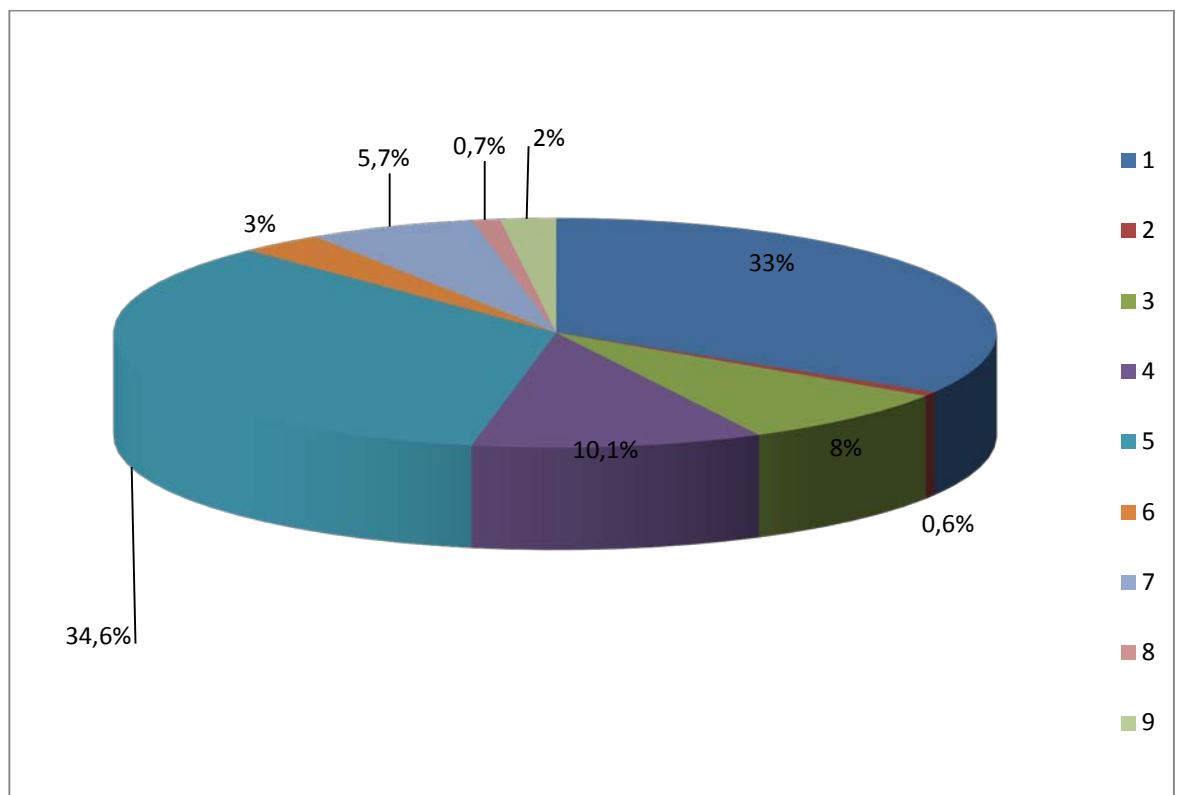
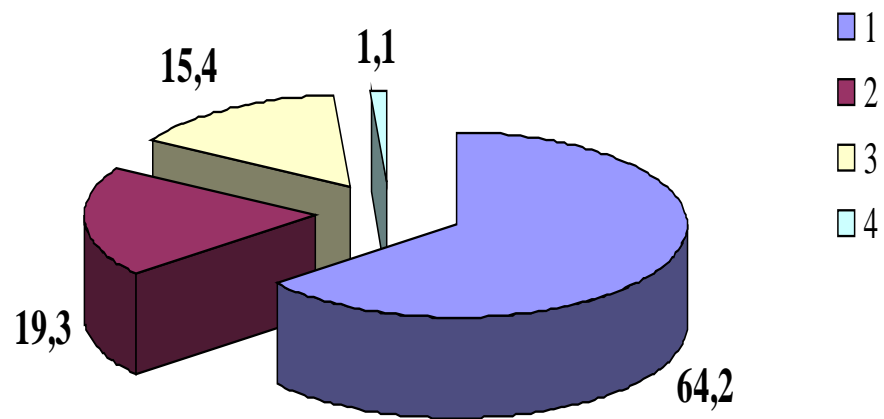


Рис 2.2 - Структура земельного фонду області станом на 01.01.2013р.(%)

З розподілу земельного фонду в розрізі основних землекористувачів та власників землі видно, що найбільшу питому вагу земель складають громадяни у власності і користуванні яких знаходиться 664,0 тис. га, з них для (рисунок 2.3):

- ведення селянського (фермерського) господарства 46,1 тис. га;

- особистого селянського господарства 134,0 тис. га;
- будівництва та обслуговування житлового будинку і господарських будівель (присадибні ділянки) 50,1 тис. га;
- ведення товарного сільськогосподарського виробництва 388,5 тис. га.



1-рілля, 2 - пасовища, 3 - сіножаті, 4 -багаторічні насадження

Рисунок 2.3 - Структура сільськогосподарських угідь станом на 01.01.2013р.(%)

Ліси та інші лісовкриті площі займають територію 697,7 тис. га, що становить 34,6% території області.

Площа земель в межах населених пунктів становить 289,5 тис. га або 14,4% території області, в тому числі: міста – 17,8 тис. га або 0,9% території області та 6,2% площі населених пунктів; селища – 16,2 тис. га або 0,8% та 5,6% відповідно; сільські населені пункти – 255,5 тис. га або 12,7% та 88,2% відповідно [20].

Площа сільськогосподарських угідь становить 1048,4 тис. га. За результатами обстеження кислі ґрунти в досліджуваних районах займають

30,53 % від обстежених площ. Серед них дуже сильно-та сильнокислі – 7,25, середньо-кислі – 12,30, слабо-кислі – 10,97 відсотки. Найбільше кислих ґрунтів – 76,38 % в Камінь-Каширському районі. З них 20,08% дуже сильно-та сильнокислі, 33,46 % - середньо-кислі, 22,84 % - слабо-кислі. В Ковельському районі частка кислих ґрунтів становить 14,39 %, з яких дуже сильно-та сильнокислі – 2,37, середньо-кислі – 3,96 і слабо-кислі – 8,06 відсотки. Лише 2,68 % кислих ґрунтів виявлено при обстеженні земель в Турійському районі і в основному (1,65 %) вони мають слабо-кислу реакцію ґрунтового розчину.

3 МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В СИСТЕМІ «ГРУНТ – ВОДА – РОСЛИНА» ПІД ВПЛИВОМ ФУНКЦІОНУВАННЯ АГРОЕКОСИСТЕМИ

3.1 Моделювання тепло- та волого перенесення у ґрунті

Сукупність процесів, які протікають у ґрунті, (фізичних процесів тепло- і вологоперенесення у ґрунті, хімічних і біохімічних процесів) складає основну групу, динамічні властивості якої повинні ретельно відтворюватися при моделюванні. Маючи інерційні (буферні) властивості, ґрунт здатний запасати тепло, вологу й елементи живлення, що дозволяє рослинам «пережити» короткочасні стресові впливи, довести процес дозрівання до кінця[21].

Саме той факт, що у ґрунтах відбуваються численні вертикальні міграції речовини, а також їх перетворення у кожному ґрунтовому шарі дозволило І. Ріхтерові розглядати ґрунт як реактор. Цей термін, мабуть, найбільш удадо визначає принцип модельної побудови, істотно спрощуючи реальну ситуацію, але спонукуючи розглядати сукупність процесів у ґрунті на динамічній балансовій основі.

Будемо розглядати при моделюванні лише вертикальні міграції всіх ґрунтових складових і, отже, лише вертикальне перенесення тепла і вологи. Зробимо деталізацію поняття компартментів, яке введене вище. Маючи дуже складну внутрішню структуру, ґрунт складається з мікро- і макроагрегатів, пронизаних численними порами. При моделюванні ця структура не розглядається. Розглядаємо ґрунт як деяке «суцільне тіло», або, точніше, як пористе середовище, властивості якого змінюються по глибині. Тому всі змінні, про які піде мова нижче - температура, вологість, вміст нітратів чи

амонію - розглядаються як осереднені в деяких об'ємах величини, висота яких досить мала в порівнянні з загальною глибиною моделюемого шару[22].

Цілком природно, що реальні вертикальні профілі температури і вологості у ґрунті безперервні. Моделювання динаміки таких неперервних залежностей на цифровій машині неможливо. Вони повинні розглядатися як такі, що мають дискретний характер.

Виділимо для цього по глибині ґрунту деяку кількість, так званих вузлів, і будемо вважати, що відтворення динаміки величин, які ми розглядаємо, з тією чи іншою точністю необхідно виконати саме у вузлах розрахункової схеми. Якщо при цьому у ґрунті виділено NS вузлів то замість неперервної функції $T(x)$ або $w(x)$ ми маємо набір величин-значень у вузлах температури: T_0^* , T_1^* , T_2^* , ..., T_{NS}^* і вологості ґрунту: w_0^* , w_1^* , w_2^* , ..., w_{NS}^* .

Той факт, що неперервна функція замінена її кінцевим набором, позначений зірочкою, яку надалі будемо опускаати. При цьому межі ґрунт - повітря відповідає нульовий вузол, а вузол з номером NS розміщений на нижній межі розрахункового шару ґрунту. Усього, таким чином, отримано $NS + 1$ значення функції, вважаючи її значення у нульовому й в останньому вузлах.

Проведемо тепер горизонтальні площини через середини відстаней між сусідніми вузлами. В результаті одержимо $NS + 1$ шар перемінної товщини: верхній шар буде мати товщину, рівну $x_1/2$, товщина другого зверху шару дорівнює половині відстані між вузлами x_1 і x_2 плюс половина відстані між вузлами x_2 і x_3 і т.д. Останній шар має товщину $(x_{NS} - x_{NS-1})/2$. Ці шари і будемо ототожнювати з ґрунтовими компартментами. При цьому будемо вважати, що значення досліджуваної функції всередині кожного компартмента постійно і дорівнює тій величині, яку ця функція приймає у відповідному вузлі. Наприклад, вологість у всьому верхньому компартменті дорівнює w_0 , у наступному – w_1 , і т.д. Таким чином, неперервна функція ординати (температура або вологість ґрунту) заміняється її ступінчастим (кусково-сталім) аналогом. Очевидно, що помилка, пов'язана з такою

заміною, буде тим менше, чим тонше виділені у ґрунті шари-компарменти, а при досить великій кількості шарів її можна зробити як завгодно малою. Очевидно, також, що розташування вузлів варто вибрати нерівномірне - більш густе у верхній частині ґрунтового профілю і більш розріджене на глибині. Це пов'язано з тим, що найбільш динамічні процеси відбуваються у верхніх шарах ґрунту, а з глибиною ці зміни загасають.

При описі динаміки ґрунтових процесів будемо вважати, що обмін даної субстанції (тепло- чи вологообмін) здійснюється на межі виділених шарів, причому збільшення або зменшення тепло- чи вологовмісту відбувається відразу ж у всьому компартменті. Будемо вважати за крок моделі тільки ті обмінні процеси, які відбуваються між сусідніми шарами. Це означає, що часовий крок моделі має бути обраний досить малим: дійсно, за великий проміжок часу волога з верхнього шару, наприклад, після опадів може проникнути у всі інші шари, в тому числі й у нижній.

На верхній межі розрахункового шару, тобто при $x=x_0=0$ відбувається обмін теплом і водяною парою між ґрунтом і приземним повітрям. Умови тепло- і вологообміну тут обчислюються на підставі фізичних міркувань, які будуть розглянуті нижче. Вибір цієї межі визначається очевидними міркуваннями і не вимагає коментарів. Що ж стосується нижньої межі розрахункового шару x_{NS} (і розташування останнього вузла), то її місце розташування не настільки очевидно. Ясно, принаймні, що вона повинна розміщатися нижче шару, де розміщена коренева система. Інша вимога зводиться до того, щоб значення моделюємої величини чи її потоку на нижній межі було відоме, в противному випадку виникає невизначеність у розрахунку[23].

Для моделювання волого перенесення найбільш яким представляється випадок неглибокого залягання ґрунтових вод (на глибині 1-3 м). Нижню межу варто помістити при цьому саме на рівні ґрунтових вод, оскільки тут точно відомо гранична умова: тиск ґрунтової вологи дорівнює нулю. При більш глибокому заляганні ґрунтових вод виникає деяка невизначеність, як у

завданні нижньої граничної умови, так і в Розташуванні самої цієї границі. У той же час часто можна вважати, що на глибині приблизно 2-3 м вологість ґрунту за сезон вегетації міняється незначно, якщо потік вологи через границю близький до нуля.

Оскільки, частіше за все, розглядається динаміка ґрунтової вологи у верхніх шарах 100-150 см, єдина вимога, якій повинна задовольняти нижня гранична умова, зводиться до наступного: неточність її завдання не повинно вносити істотної погрішності у розрахунки профілю вологості верхніх шарів ґрунту.

Дуже близька картина складається і при розрахунку теплового поля. Відомо, що добові коливання температури ґрунту загасають уже на глибині 40-60 см, у той час як сезонні зміни можуть поширюватися на значно більшу глибину. У всякому разі, у більшості регіонів нашої країни температуру ґрунту можна вважати постійною на глибині 4 м. Однак, це не означає, що нижню границю у всіх випадках слід поміщати на цій глибині. Можна з достатньою точністю вважати, що вже на відстані 1,5-2 м від поверхні ґрунту добовий хід температури відсутній, а зміна температури всередині сезону не має міжсезонної мінливості і слідує середньому кліматичному ходу. Це означає, що нижню граничну умову температури на цій глибині можна вважати постійною всередині кожної доби, а її зміну за сезон вегетації задавати у вигляді залежності від номера доби відповідно до осереднених за ряд років кліматичних даних.

Теплота як форма енергії і температура як її кількісна характеристика відіграють велику роль у житті рослин. Температурний режим безпосередньо впливає на розвиток рослин, оскільки темпи розвитку залежать від поглиненого посівом тепла. У той же час з температурним режимом пов'язані внутрішньо ґрунтове випаровування і транспірація, а температурний градієнт безпосередньо впливає на рух води у ґрунті. Крім того, від температури ґрунту, як і від її вологості, залежить інтенсивність азотних трансформацій. З іншого боку, на перенесення тепла у ґрунті

впливає водний режим так, що аналіз динаміки водного і теплового режимів варто проводити спільно. Зупинимося більш докладно на теплофізичних характеристиках ґрунтів[1].

Інтенсивність нагрівання будь-якого тіла при підведенні тепла визначається його теплоємністю, яка характеризує кількість теплової енергії, що має бути передана тілу для підвищення його температури на 1 °С чи на 1°К. Питому теплоємність можна визначати як теплоємність одиниці об'єму або одиниці маси і виражати відповідно в кал/(см³К) або кал/(г-К). З погляду теплових властивостей можна уявити собі, що ґрунт складається з двох основних компонентів-ґрунтового скелета і води, яка знаходиться у рідкій фазі, оскільки теплоємність газового компонента незначна. В зв'язку з цим питома теплоємність вологого ґрунту с знаходиться як середньозважена величина.

$$c = c(w) = c_s \rho_s + c_w w \quad (3.1)$$

де c_s - питома теплоємність ґрунтового скелета; ρ_s - щільність ґрунту; $c_w = 1$ - теплоємність води; w - вологість ґрунту.

Таким чином, теплоємність ґрунту лінійно залежить від її вологості. Виходить, що при підвищенні вологості ґрунту її теплоємність може змінюватися в кілька разів - від величини, рівної приблизно 0,2-0,25 до 0,8-0,9кал/(см³К). Це означає, що для нагрівання вологого ґрунту на визначену кількість градусів знадобиться набагато більше енергії, ніж для нагрівання на цю же величину сухого ґрунту.

Другою важливою в тепловому відношенні характеристикою ґрунтів є їх теплопровідність. Теплопровідність характеризує швидкість передачі тепла, будучи аналогом провідності у законі Ома. При наявності температурного градієнта вздовж деякого тіла тепло поширюється від його більш гарячого кінця до більш холодного тим швидше, чим більше його теплопровідність. Питому теплопровідність варто розраховувати як Швидкість передачі тепла (наприклад, кал/с), віднесену до градієнта

температури і до одиниці довжини, тобто варто вимірювати, наприклад, у кал/(см-Кс).

Теплопровідність ґрунту також залежить від її вологості, однак, вигляд цієї залежності в порівнянні з теплоємністю виявляється більш складною. При цьому супіщані ґрунти характеризуються більш різким збільшенням теплопровідності при збільшенні вологості, ніж суглинисті. Крім того, ця залежність нелінійна і має вигляд S-подібної кривої з насиченням. Сама ж величина теплопровідності при зміні вологості ґрунту від нуля до повного насичення змінюється на декілька порядків.

Зв'язок теплопровідності і вологості ґрунту встановлено у роботі Д.А. Куртенера і А.Ф. Чудновського:

$$\lambda(w) = c(w) [\lambda_1 (w - \lambda_4)^2 + \lambda_2 \rho_s + \lambda_3] \quad (3.2)$$

де $\lambda(w)$ - теплопровідність ґрунту.

Значення коефіцієнтів наведені у таблиці 3.1. Ці співвідношення використовуються при моделюванні температурного режиму ґрунтів.

Таблиця 3.1 - Коефіцієнти, які визначають залежність теплопровідності ґрунту від вологості

Тип ґрунту	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4
Чорнозем звичайний	-130	3,1	1,21	0,20
Темно-каштановий	-170	2,2	1,90	0,18
Сірозем	-62	2,7	0,20	0,18
Південний чорнозем	-104	2,4	0,68	0,20
Дерново-глейовий	-200	3,1	1,40	0,20

Розглянемо деякий компартмент за номером j . Очевидно, що з погляду теплообміну всі компартменти, крім першого, який граничить з приґрунтовим повітрям, і останнього, рівноправні, оскільки у кожного існує два «сусіди». Позначимо площу поперечного розрізу кожного з

компартментів через P . Висота j -го компартменту, як уже говорилося, дорівнює A , а його об'єм дорівнює:

$$V_j = h_j F \quad (3.3)$$

Температура ґрунту має характерну добову і сезонну варіабельність. Протягом кожної доби температура поверхні ґрунту досягає мінімуму приблизно на момент сходу Сонця. При відсутності роси і сухої поверхні ґрунту температура її верхніх шарів починає збільшуватися відразу ж після сходу Сонця і досягає максимуму приблизно о 14 год., після чого знову зменшується. При високій вологості ґрунту і при наявності роси підвищення температури у ранкові години сповільнюється, тому що значна частка прихідної сонячної енергії витрачається на випаровування[2].

Максимальне значення температури поверхні ґрунту, залежить як від її вологості, так і від щільності травостою. Досить густий рослинний покрив (при листовому індексі 4-5) екранує ґрунт від прихідної радіації, а посів витрачає велику частину прихідної радіації на транспірацію. Тим самим ґрунт охороняється від перегріву, що сприятливо позначається на життєдіяльності ґрунтової біоти.

Завдяки тому, що коливання температури у добовому ході запізнюються при збільшенні глибини, існують моменти часу, коли максимум профілю температури знаходиться у ґрунті на деякій глибині: верхні шари ґрунту починають прохолоджуватися, в той час як температура більш глибоких шарів продовжує рости.

Зрозуміло, що вже на глибині 40-50 см амплітуда коливань температури не перевищує 2-3 °С. Температура ґрунту на глибині 100-150 см не змінюється протягом доби, але має явно виражений сезонний хід. У середніх широтах Північної півкулі мінімум температури на цій глибині досягається приблизно наприкінці березня, а максимум - у третій декаді серпня кожного року. З точністю до $\pm 1^\circ\text{C}$ можна прийняти, що на цій глибині

температура протягом усього сезону вегетації має стандартний хід, який відповідає середнім багаторічним (кліматичним) даним.

Водний режим є основним у житті рослин. При описі водного режиму варто виділити два принципово різних процеси - промочування ґрунту і його висушування.

При зволоженні ґрунту після досить інтенсивних опадів або поливу волога переміщається всередину ґрунту під дією суми двох сил - маси і сисної сили більш сухих нижніх шарів. Якщо верхній шар ґрунту промокає при цьому до максимального насичення, рух води здійснюється у рідкій фазі і відбувається в основному по великих порах, тріщинах та інших локальних каналах. Якщо розглядати вегетаційний сезон в цілому, то періоди зволоження займають не дуже великий відсоток сумарного часу, особливо в аридних і напіваридних регіонах, де вода є основним фактором, який лімітує урожай[5].

Значно більш істотне значення у житті рослин має режим висушування. В цьому режимі розчинені у воді мінеральні речовини підтягуються до коренів рослин, а самі рослини, поглинаючи воду з ґрунту і, випаровуючи її в атмосферу, підтримують свої життєво важливі функції в межах, які забезпечують їхнє нормальне функціонування. У тих випадках, коли ґрунт повністю насичений водою, на нього не діють ніякі інші сили, крім маси, і волога вільно перетікає в нижче розташовані шари аж до водоупору або ґрунтових вод. Однак, якщо виключити з розгляду болота і заливні луки, така ситуація створюється лише на короткочасні періоди. Звичайно лише частина порового простору зайнята водою, а інша - ґрунтовим повітрям. Саме рух вологи, у ненасиченій зоні ґрунтового профілю представляє головну задачу моделювання.

При зменшенні вологості пересування вологи починає здійснюватися по капілярах різного діаметра і «зазорах» між ґрунтовими агрегатами. Оскільки в більш сухих шарах зайняті водою капіляри в середньому мають менший діаметр, вода починає підійматися в ці шари за рахунок різниці

капілярних тисків. Ця сисна сила ґрунту починає превалювати над силою маси і стає основною при зменшенні вологості нижче найменшої вологоємності. При подальшому висушуванні ґрунту перенесення вологи здійснюється; як у рідкій фазі у вигляді дифузії молекул у шарі води, адсорбованому на ґрунтових частках, так і у вигляді водяної пари, яка дифундує у вільному поровому просторі. При цьому на сумарну швидкість волого перенесення починає впливати не тільки градієнт вологості, але і градієнт температури. Вертикальні градієнти температурного поля ґрунту, покритого рослинністю, не настільки значні, щоб цей ефект міг відігравати істотну роль у сумарному волого обміні посіву. Головними діючими силами, відповідальними за переміщення води у ґрунті є, таким чином, сила маси, завжди спрямована вниз і гідравлічний потенціал, дія якого спрямована від більш вологих шарів ґрунту до більш сухих. Наявність коренів у ґрунті варто розглядати як розподілену по глибині функцію стоку або джерела.

Водний потенціал або «тиск» ґрунтової вологи прийнято подібно осмотичному тиску вважати величиною негативною і вимірювати в тих же одиницях, що і тиск, тобто в гектопаскалях, атмосферах або сантиметрах водного стовпа (як відомо, 1 атм = 1000 см водного стовпа). Величину зворотну водному (гідравлічному) потенціалу вважають «сисною силою» ґрунту[7].

Подібно напруженню в електротехніці або градієнту температури в теплофізиці градієнт водного потенціалу є рушійною силою міграції вологи в ґрунті. Якщо сила струму дорівнює різниці потенціалів електричного поля, помноженої на провідність, швидкість руху рідини у пористому середовищі, відповідно до закону Дарсі, дорівнює градієнту потенціалу, помноженому на волого провідність цього середовища. Точно так само швидкість перенесення тепла визначається добутком градієнта температури на коефіцієнт теплопровідності.

Отже, швидкість руху вологи у ґрунті V відповідно до закону Дарсі визначається виразом:

$$v = -k \frac{\Delta H}{\Delta x} \quad (3.4)$$

де k - коефіцієнт волого провідності;

$\Delta x = x_2 - x_1$ - різниця близько розташованих рівнів ґрунтового профілю;

$\Delta H = H(x_2) - H(x_1)$ - різниця напорів води на цих рівнях.

Знак мінус свідчить про те, що швидкість волого перенесення спрямована в сторону, протилежну зростанню напору. Сам напір H містить два доданки.

Рух ґрунтової вологи в ненасиченій зоні визначається двома основними залежностями. Перша з них - це зв'язок коефіцієнта волого провідності з водним потенціалом, тобто функції $k(p)$. Друга, мабуть, навіть більш важлива, це так названа крива водо утримання чи «основна гідрофізична характеристика» ґрунту. ОГХ визначається як залежність об'ємної вологості ґрунтів від водного потенціалу. Чим сухіше ґрунт, тим більше його «сисна сила», яка дорівнює водному потенціалу, узятому зі зворотним знаком.

Отже, водний потенціал має збільшуватися за абсолютною величиною при зменшенні вологості і перетворюватися в нуль при повній вологоємності. При незначному зменшенні вологості ґрунту від повної вологоємності тиск ґрунтової вологи зростає на деяку величину практично миттєво. Цю ділянку кривої досить складно описати при моделюванні, у багатьох моделях вона заміняється вертикальною лінією, що продовжується до перетинання з плавним продовженням верхньої кривої у точці А. Можливість такої апроксимації пов'язана з тим, що режими, близькі до повного зволоження ґрунту, зустрічаються досить рідко. Деякі помилки, які тут з'являються, істотно не впливають на загальний розрахунок.

Подальше зниження вмісту вологи приводить до підвищення абсолютної величини потенціалу, який описується опукло-ввігнутою кривою з точкою перегину. Практичне значення мають точки, зв'язані з тиском, приблизно рівним -330 см і -15000 см. Перша з них відповідає найменшій вологоємності ґрунту. Це той вміст води у ґрунті, який залишається після

стікання зайвої вологи під дією гравітаційних сил. Вологість, яка приблизно дорівнює -15000 см (точне значення залежить від виду рослин), називається вологістю в'янення. При вологості, менше ВВ, рослини не здатні поглинати вологу з ґрунту, оскільки при цьому сисна сила ґрунту виявляється вище, ніж та максимальна сисна сила, яку може розвинути коренева система. Ця волога є недоступною для рослин[10].

При вологості, рівній НВ і нижче, у ґрунті мається достатня кількість не тільки води в її рідкій фазі, але і повітря. При цьому створюються сприятливі умови для життєдіяльності кореневої системи. Тому діапазон вологості ґрунту приблизно від $0,7$ НВ до НВ є для рослин оптимальним. При зменшенні вологості нижче $0,7$ НВ або вище НВ створюються стресові умови або по зволоженню ґрунту, або по постачанню кореням кисню.

Таким чином, доступна для рослин волога знаходиться в межах вище ВВ, а сприятлива для росту і розвитку рослин - у діапазоні від $0,7$ НВ до НВ. Зрозуміло, усі ці границі орієнтовні і залежать як від вирощуваної культури, так і від інших факторів навколишнього середовища, зокрема, від температури і вологості повітря.

Перейдемо до розгляду іншої гідрофізичної характеристики ґрунту - коефіцієнта її волого провідності. Залежність $k(p)$ при повному насиченні має назву коефіцієнта фільтрації k_f . Зі збільшенням абсолютної величини водного потенціалу, тобто зі зменшенням вологості ґрунту, $k(p)$ зменшується. При цьому значення коефіцієнта фільтрації глинистих ґрунтів виявляється на багато менше, ніж відповідне значення для піску або ґрунтів легкого складу[12].

У той же час при зниженні вологості (росту сисної сили ґрунту) волого провідність легких ґрунтів зменшується більш різко і при вологості, меншій НВ, значення $k(p)$ для піску виявляється нижче, ніж для суглинку. В зв'язку з цією властивістю волого провідності посіви на легких ґрунтах виявляються надзвичайно чутливими до посушливих періодів: різке зростання коефіцієнта волого провідності за умов, близьких до насичення, приводить до швидкого

проникнення води, яка випадає у вигляді опадів, у нижні ґрунтові горизонти і зникнення її з шару, в якому розміщується коренева система.

Взагалі, вигляд розглянутих кривих визначається багатьма властивостями ґрунту - їхнім мінералогічним складом, щільністю, вмістом ґрунтової органіки і, зрештою, залежить від всієї історії ґрунтоутворюючого процесу в даному місці. Характерні риси залежностей $p(w)$ і $k(p)$ пов'язують з легко вимірюваними ґрунтовими параметрами.

Компартментна модель, яка описує динаміку водного режиму ґрунту, багато в чому аналогічна моделі тепло перенесення. Маються, однак, і принципові розходження. Перше з них пов'язано з тим, що вхідні в модель коефіцієнти самі залежать від моделюємої величини - вологості ґрунту або водного потенціалу. Тим самим моделі стають нелінійними, що різко ускладнює як аналіз, так і чисельне рішення рівнянь переносу. Друга відмінність пов'язана з тим, що в кожному компартменті з'являється функція внутрішнього стоку - поглинання води коренями. Тим самим задача кількісного опису динаміки волого обміну стає більш складною. З'являється необхідність зв'язати її з процесами, які відбуваються в інших блоках моделі не тільки через граничну умову (умова на границі ґрунт-повітря), але і через функцію розподілених по ґрунтовому профілю стоків, їхній сумарний транспорт по рослині і транспірацію[22].

Розглянемо рівняння водного балансу у деякому ґрунтовому шарі. Зміна вологовмісту у j -му компартменті за малий проміжок часу $\Delta t = t_{k+1} - t_k$ можна записати у вигляді:

$$\Delta W_i = W_i(t_{k+1}) - W_i(t_k) = [(v_{i+1} - v_i) - h_i f_i] F \Delta t \quad (3.5)$$

де F і h_i - відповідно площа і товщина компартмента; v_i і v_{i+1} - швидкість руху води через верхню і нижню границі; f_i - швидкість поглинання води коренями, яка віднесена до одиниці об'єму ґрунту.

Співвідношення (3.5) не що інше, як рівняння балансу (або нерозривності): кількість рідини, яка поступає в компартмент дорівнює $v_{i+1}F\Delta t$, а яка витікає дорівнює сумі потоку через нижню межу $v_i\Delta t$ кореневого поглинання $f_i h_i F\Delta t$.

Для проведення розрахунків динаміки руху вологи необхідно, таким чином, використовувати залежність потенціалу від вологості. Ця залежність саме і визначається ОГХ. Використання ОГХ дозволяє виключити одну з двох цих величин і записати рівняння або для динаміки вологовмісту, або для динаміки водного потенціалу. Звичайно перевагу має другий шлях, для чого приводяться два аргументи. Перший з них зводиться до того, що поглинання вологи коренями визначається різницею водних потенціалів ґрунту і рослини і для замикання моделі все рівно приходиться розраховувати потенціали. Другий заснований на аналогії: рівняння тепло перенесення записані для аналога потенціалу - температури, а не для аналога вологості - кількості потенціалу в компартменті.

На межі ґрунт - повітря має бути заданий потік вологи - негативний випадку випадання опадів і позитивний - при випаровуванні. При цьому інтенсивні дощі приводять до того, що волога не встигає усмоктуватися верхнім шаром ґрунту і просочується в глиб ґрунтового профілю. При наявності схилу це приводить до стікання частини води, а на горизонтальних ділянках і нерівностях поля утворюються калюжі. У моделі шар вільної вологи на поверхні ґрунту рівномірно «розповсюджується» по всьому полю і характеризується наведеною висотою стовпа води, що досягає декількох міліметрів. Ця величина додається до водного потенціалу, який при наявності насиченого вологою верхнього шару стає позитивним.

Після припинення опадів вільна волога частково випаровується, а частково усмоктується в ґрунт. При цьому «працює» саме криволінійна ділянка ОГХ, близька до вертикалі. Ця обставина ускладнює процес розрахунку і приводить до того, що в досить докладних моделях режим усмоктування повинен описуватися за допомогою спеціальних алгоритмів. У

прикладних моделях, де не потрібна висока точність, ці труднощі обходяться за рахунок використання дещо спрощеного перерозподілу надлишкової вологи по ґрунтових компартментах. Цей процес починається з верхнього компартмента, який заповнюється до ПВ чи НВ, якщо залишилися волога то додається у другий компартмент і т.д. - доти, поки запас надлишкової вологи не буде вичерпаний. Якщо при цьому виявляється, що весь ґрунтовий профіль насичений водою, вважається, що надлишкова кількість вологи виноситься за межі розрахункового шару[15].

Можна виразити потенціал кореня P_r через транспірацію:

$$P_r = \frac{\sum_{i=1}^{NR} h\omega p - E/\xi}{\Omega} \quad (3.6)$$

і для поглинання води коренями у j -му компартменті записати:

$$f_j = \frac{\omega}{\Omega} E - \frac{\xi\omega}{\Omega} (\sum_{i=1}^{NR} h\omega p - \Omega p) \quad (3.7)$$

Приймається, що водний потенціал безпосередньо поблизу кореня дорівнює його середньому значенню на даній глибині ґрунтового профілю.

Функція стоку у корінь визначається виразом (3.7).

Ці співвідношення справедливі для всіх компартментів, крім нульового й останнього. Тому до них необхідно додати граничні умови.

На земну поверхню випадає протягом року в середньому 710 мм опадів, а сумарне випаровування складає 240 мм, проте, розподіл опадів, як по територіях областей, так і в кожному місці протягом року нерівномірний і ґрунтова волога в багатьох випадках є фактором, який лімітує урожай. Більш того, багато регіонів нашої країни періодично страждають від посухи, так що прогноз водного режиму ґрунтів і раціональне використання водних ресурсів є в землеробстві одним з найважливіших. При моделюванні водного режиму варто звернути увагу на два моменти - це по-перше, динаміка продуктивної вологи, найчастіше, у метровому шарі ґрунту і, по-друге, розподіл волого запасів по ґрунтовому профілі.

Вологість ґрунту не має чітко вираженого добового ходу. Добовим коливанням піддається транспірація, тобто швидкість вилучення води з ґрунту за режиму висушування. Однак ці коливання мало відбиваються на загальному балансі. Вологозапаси у ґрунті досить швидко збільшуються при випаданні опадів і при поливах, а в проміжках між опадами й у міжполивні періоди повільно зменшуються. Це зменшення частково відбувається за рахунок гравітаційного стікання води, але в більшості за рахунок транспірації і поверхневого випаровування. Тому типовий сезонний хід волого запасів має чітко виражений пилкоподібний характер. При цьому в залежності від балансу опадів і транспірації вологість ґрунту в середньому за досить тривалі періоди (декада, місяць) або збільшується, або зменшується[17].

Типовою є ситуація, коли рослини у перший період свого життя забезпечуються водою за рахунок весняних запасів вологи, які утворилися в результаті випадання осінніх дощів і танення снігу. Надалі доля посіву залежить від поповнення вологи, оскільки інтенсивна транспірація, починаючи з моменту виходу в трубку, приводить до швидкого витрачання запасеної вологи. У цьому процесі істотну роль грає вертикальний розподіл ґрунтової вологи. Оскільки висушування починається з верхніх шарів ґрунту, то доля урожаю багато в чому залежить від того, наскільки швидко корені рослин проникають у більш глибокі ґрунтові шари, де вони можуть знайти достатню кількість вологи. При цьому особливу роль починають грати адаптивні властивості рослин, які приводять до прискореного росту коренів у глиб ґрунту при водному дефіциті.

3. 2 Модель хімічного забруднення ґрунтів

Аналіз показує, що основними джерелами хімічного забруднення ґрунтів є хімічні речовини, використовувані в сільському господарстві

(пестициди отрутохімікати та ін.); атмосферні опади в радіусі дії промислових підприємств (особливо хімічних і металургійних); видобування корисних копалин; теплові й атомні електростанції; мінеральні добрива.

Значна частина джерел забруднення ґрунтів справляє локальну дію, але деякі з них діють у регіональному й навіть у глобальному масштабі, особливо в разі забруднення через атмосферні опади або; внаслідок використання добрив на значних площах.

Хімічне забруднення ґрунтів відбувається переважно двома шляхами:

- поглинанням верхнім шаром ґрунту викидів промислових джерел в атмосферу;

- безпосереднім внесенням хімічних речовин у вигляді меліорантів, добрив, пестицидів, гербіцидів. У першому випадку математична модель істотно залежить від структури перенесення забруднень повітряним шляхом, висоти, потужності джерела забруднень і відстані від нього.

Як вихідне рівняння моделі об'єкта було покладено:

$$L(x, y, z) = M_1 \delta(x) \delta(y) \delta(Z - H) + M_2 \delta(x) \delta(y) f(z), \quad (3.8)$$

де $L(x, y, z)$ – рівняння дифузії в тривимірному просторі; перший доданок характеризує джерело викидів на висоті H (домішки надходять через трубу); другий доданок — неорганізовані викиди заводу. Функція $f(z)$ може мати різний вигляд.

Коефіцієнти рівнянь (3.7) і (3.8) — випадкові функції метеофакторів, тому, беручи суму цих рівнянь з певними ваговими коефіцієнтами M_i , вибраними пропорційно часу дії метеорологічних умов i -го типу, «усереднені» рівняння також дістанемо у вигляді (3.7) або (3.8).

Волинська область є однією з найнавантажених областей стосовно вмісту у ґрунтовому покриві важких металів. Господарська діяльність людини, особливо інтенсифікація сільськогосподарського виробництва,

наводить до забруднення довкілля. Зростання вживання добрив може давати побічний негативний результат, пов'язаний із збільшенням вмісту в ґрунті важких металів. Стосовно ґрунтів Херсонської області (чорнозем південний) вивчався вміст рухливих форм основних видів важких металів на прикладі міді (Cu), цинку (Zn), кадмію (Cd), ртуті (Pb) і інших під однією з основних технічних культур. Накопичення важких металів рослиною розглядається в залежності від утримання рухомих форм важких металів у ґрунті. Швидкість надходження важких металів у рослину описується формулою:

$$\frac{\Delta A_q^{\text{погл(о)}}}{\Delta t} = \frac{86,4 \alpha_q^{\text{погл}} \bar{A}_q^{\text{гр}} m_r^j}{a_r} \quad (3.9)$$

де $\frac{\Delta A_q^{\text{погл}}}{\Delta t}$ – швидкість поглинання важких металів корінням рослини, $\text{мгм}^{-2}\text{доб}^{-1}$; $\alpha_q^{\text{погл}}$ – поглинальна здібність кореню, мс^{-1} ; $\bar{A}_q^{\text{гр}}$ – концентрація рухомих форм g -го виду важких металів у ґрунті, мгкг^{-1} ; a_r – радіус кореню., см ; q – вид важкого металу.

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

$$K_{\text{м.М}}^j = \min \left\{ K_q^j \right\}, q \in \text{Cd, Cu, Hg, Pb, Sr, Zn} \quad (3.10)$$

кожний з яких визначається з виразу:

$$K_q^{крj} = 1 - \left(\frac{\mu A_q}{A_q^{кр2} - A_q^{кр1}} \right) \cdot A_q^{рос(j)} \quad (3.11)$$

де μA_q – зниження продуктивності рослин в інтервалі критичних величин концентрації важких металів у рослині $A_q^{кр1}$ і $A_q^{кр2}$ (мг кг⁻¹) [16].

За допомогою наведеної вище математичної моделі виконано розрахунки вмісту найбільш токсичних важких металів в основних сільськогосподарських культурах, основні параметри якої наведені у таблиці 1. Представлені характеристики наведені для оцінки рівня забруднення врожаю цукрового буряку різними видами важких металів. Для інших сільськогосподарських культур використовувалися показники, які характеризують їх біологічні особливості (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Характеристики для розрахунку рівня забруднення врожаю цукрового буряку різними видами важких металів

Види важких металів	Поглиняльна здібність коріння, м/с ²	Концентрація у ґрунті, мг/кг	Радіус кореня
Мідь Cu	0,0003	0,74	0,0105
Цинк Zn	0,0003	3,30	0,01
Кадмій Cd	0,004	0,13	0,023
Свинець Pb	0,00005	1,38	0,025
Ртуть Hg	0,0001	0,0037	0,025

З таблиці видно, що максимальна концентрація у ґрунті припадає на кадмій, при чому мінімальне значення при радіусі корення. Мінімальна поглинальна здатність корення має свинець, концентрація у ґрунті припадає на ртуть.

В основі цих моделей лежить модульний принцип побудови. Відповідно до нього програма, що реалізує модель, компонується у виді сукупності блоків (модулів), у рамках кожного з яких незалежно розглядаються різного роду процеси, зв'язані з надходженням радіонуклідів у навколишнє середовище. Цей підхід забезпечує необхідну гнучкість у використанні моделей такого класу, оскільки допускає незалежне коректування і заміну підмоделей, використовуваних в окремих блоках, заміну одних блоків іншими, а також виключення окремих блоків, що розширює їхні функціональні можливості [16].

За допомогою наведеної вище формули було виконано оцінку вмісту найбільш токсичних важких металів в рослинній продукції.

4 ОЦІНКА ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНОГО СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

4.1 Оцінка сучасного стану забруднення ґрунтів Волинської області важкими металами.

В рамках агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення було проаналізовано ґрунтові зразки на вміст свинцю, кадмію та ртуті. Не зважаючи на присутність цих забруднювачів у ґрунтах області перевищень їх ГДК - не виявлено.

Вміст рухомих форм свинцю (середні значення) по обстежених районах коливався від 2,3 мг/кг у Горохівському районі до 2,7 мг/кг ґрунту у Володимир-Волинському районі. Максимальний вміст свинцю, а саме 4,2 мг/кг ґрунту, було виявлено у Іваничівському та Володимир-Волинському районах. Проте це значення не перевищує ГДК (20 мг/кг).

Середні значення кадмію по районах знаходяться в межах 0,07 – 0,08 мг/кг ґрунту. Максимальне вміст кадмію (0,22 мг/кг) виявлено в Горохівському районі і не перевищує ГДК (0,7 мг/кг). Визначення цих важких металів проводились у витяжці 1н HNO_3 . Максимальний вміст ртуті становив 0,01 мг/кг при ГДК 2,1 мг/кг[14].

На вміст ртуті проаналізовано 1567 проб ґрунту. Перевищень ГДК не виявлено, максимальний вміст становив 0,016 мг/кг при ГДК 2,1 мг/кг. За роки спостережень перевищень ГДК вмісту ртуті в ґрунтах сільськогосподарських угідь не виявлено. Переважно вміст ртуті в ґрунтах знаходиться в межах 0,005 - 0,070 мг/кг при ГДК 2,1 мг/кг. Середній вміст – 0,007 - 0,010 мг/кг.

На вміст міді, цинку, кобальту було проаналізовано 468 і свинцю та кадмію – 3300 зразків ґрунту. Перевищень ГДК не виявлено. Максимальний

вміст міді становить 11,0 мг/кг, цинку – 7,7 мг/кг, кобальту – 3,1 мг/кг, свинцю 10,5 мг/кг, а кадмію – 0,3 мг/кг ґрунту. Переважна кількість показників вмісту цих елементів в ґрунті знаходиться в межах середніх значень: міді – 3,4 мг/кг, цинку – 3,5 мг/кг, кобальту – 1,9 мг/кг, свинцю – 2,5 мг/кг і кадмію – 0,09 мг/кг ґрунту.

Нижче на рисунках 4.1- 4.3 представлені гістограми, що відображають забрудненість ґрунтів розглянутих районів Волинської області свинцем, ртуттю, кадмієм.

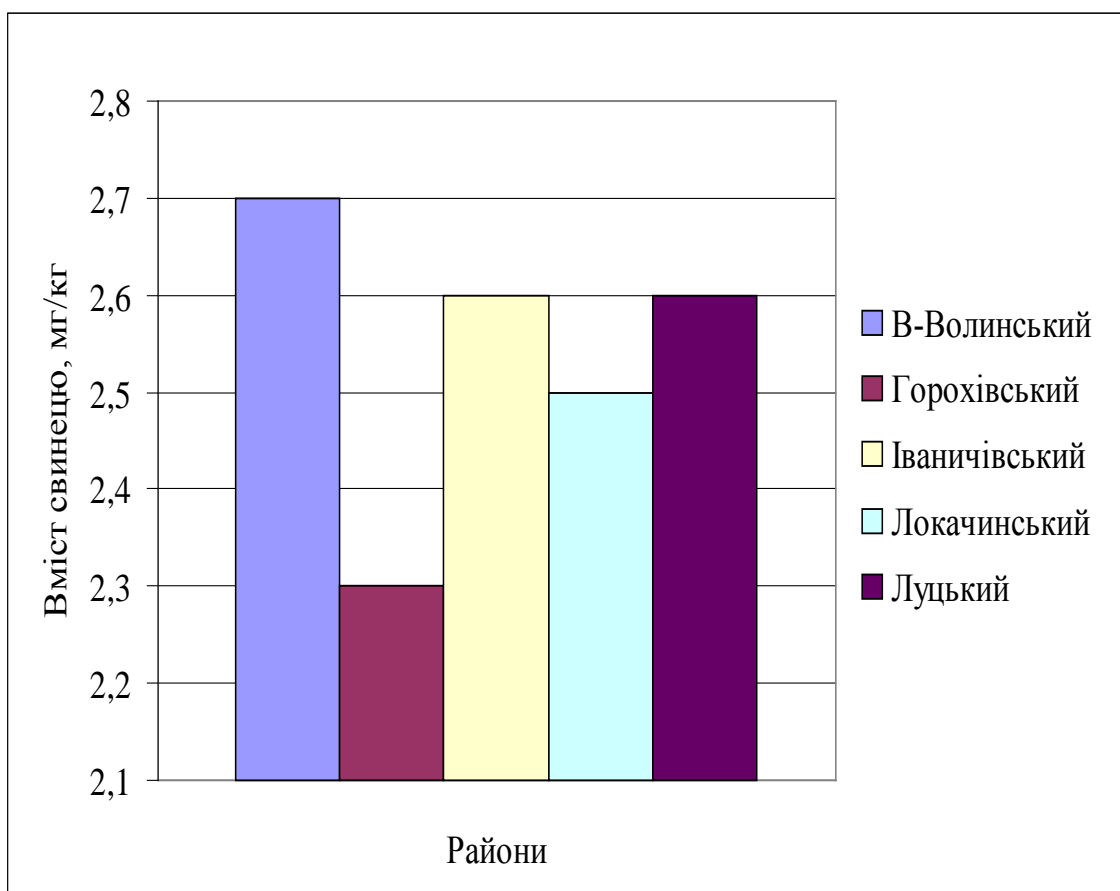


Рис. 4.1 - Забруднення ґрунтів Волинської області свинцем

Аналізуючи рисунок 4.1 бачимо, що вміст свинцю в поданих районах коливається від 2,3 мг/кг (Горохівський район) до 2,7 мг/кг (Володимир-

Волинський район). Середнє значення вмісту свинцю 2,5 мк/кг. Ці значення не перевищують ГДК, що складає 20 мг/кг.

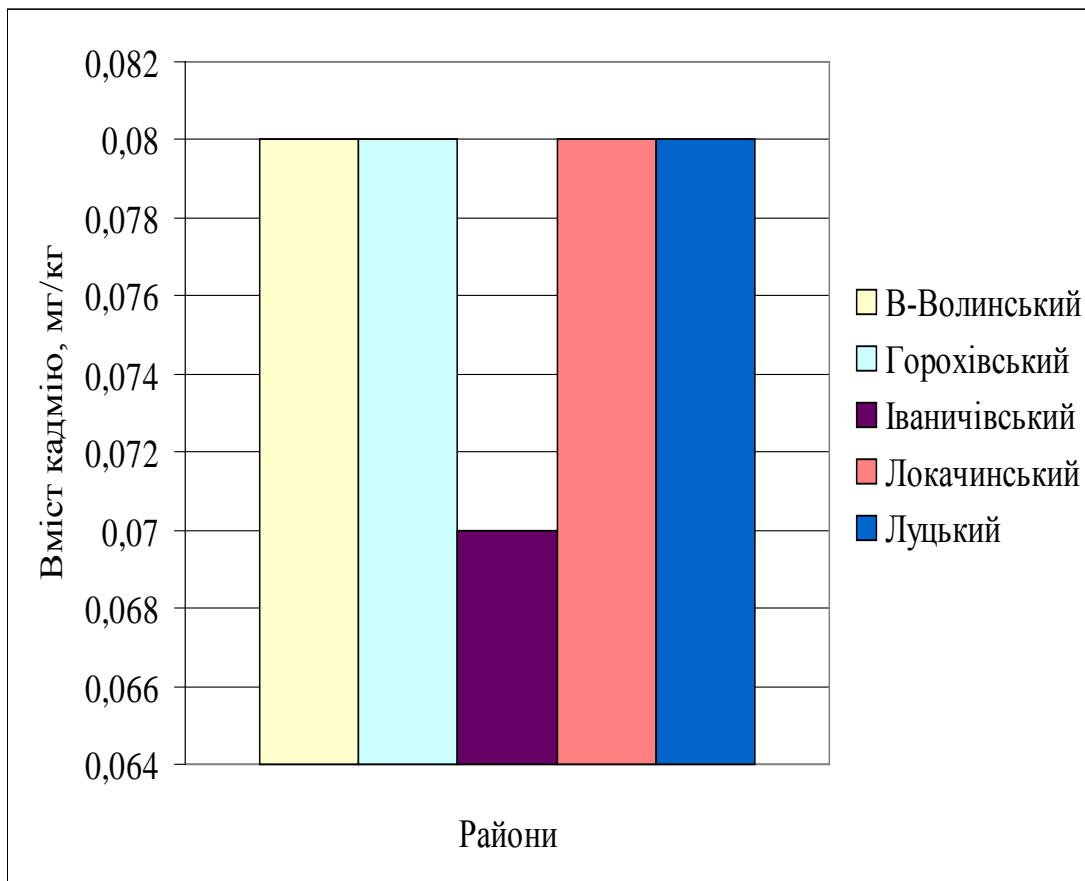


Рис. 4.2 - Забруднення ґрунтів Волинської області кадмієм

Аналізуючи рисунок 4.2 бачимо, що вміст кадмію в розглянутих районах однаковий (0,08 мг/кг), лише в Іваничівському районі він складає 0,07 мг/кг. Ці значення не перевищують ГДК, що складає 0,7мг/кг.

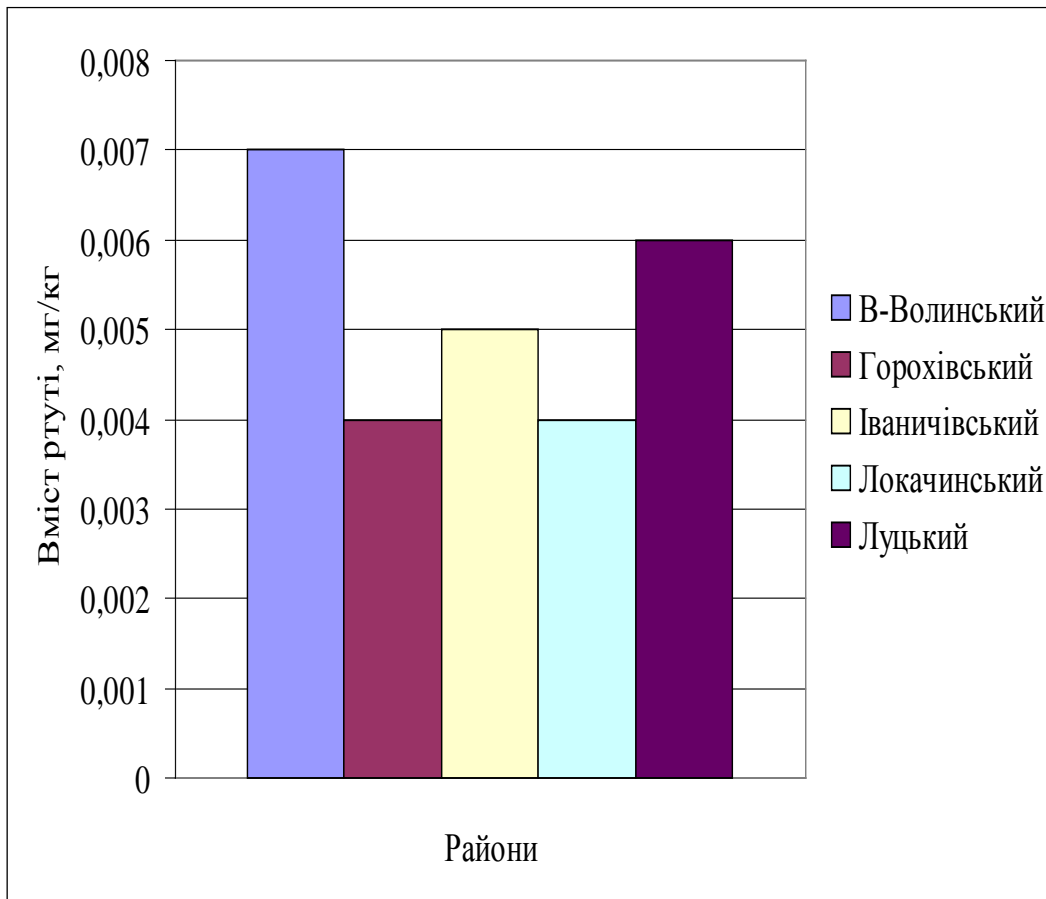


Рис. 4.3- Забруднення ґрунтів Волинської області ртуттю

Аналізуючи рисунок 4.3 бачимо, що вміст ртуті у ґрунті коливається від 0,004 мг/кг (Горохівський, Локачинський район) до 0,007 мг/кг (Володимир-Волинський район). Середнє значення вмісту ртуті 0,004 мг/кг. Ці значення не перевищують ГДК, що складає 2,1 мг/кг.

4.2 Агрохімічна характеристика ґрунтів сільськогосподарського призначення.

Під посів 2012 року в області внесено 19,5 тис.тонн мінеральних добрив, в цілому внесено на 80,2 % посівних площ сільськогосподарських

культур. Удобрено 83,2% посівів зернових, 94 % - цукрових буряків, 75,6 % - картоплі, 78,9 % - овочів. У розрахунку на один гектар удобреної площі внесено по 122 кг поживи.

Під зернові культури внесено в середньому по 89 кг мінеральних добрив на один гектар посівної площі, під цукрові буряки – по 252 кг поживних речовин, під овочеві – по 297 кг, картоплі – по 208 кг.

Аналіз внесення мінеральних та органічних добрив під урожай, багаторічні насадження, агрохімічна характеристика обстежених земель наведена нижче.

На рисунках 4.4 – 4.9 представлені гістограми, що відображають внесення добрив натрію, фосфору, калію в районах Волинської області.

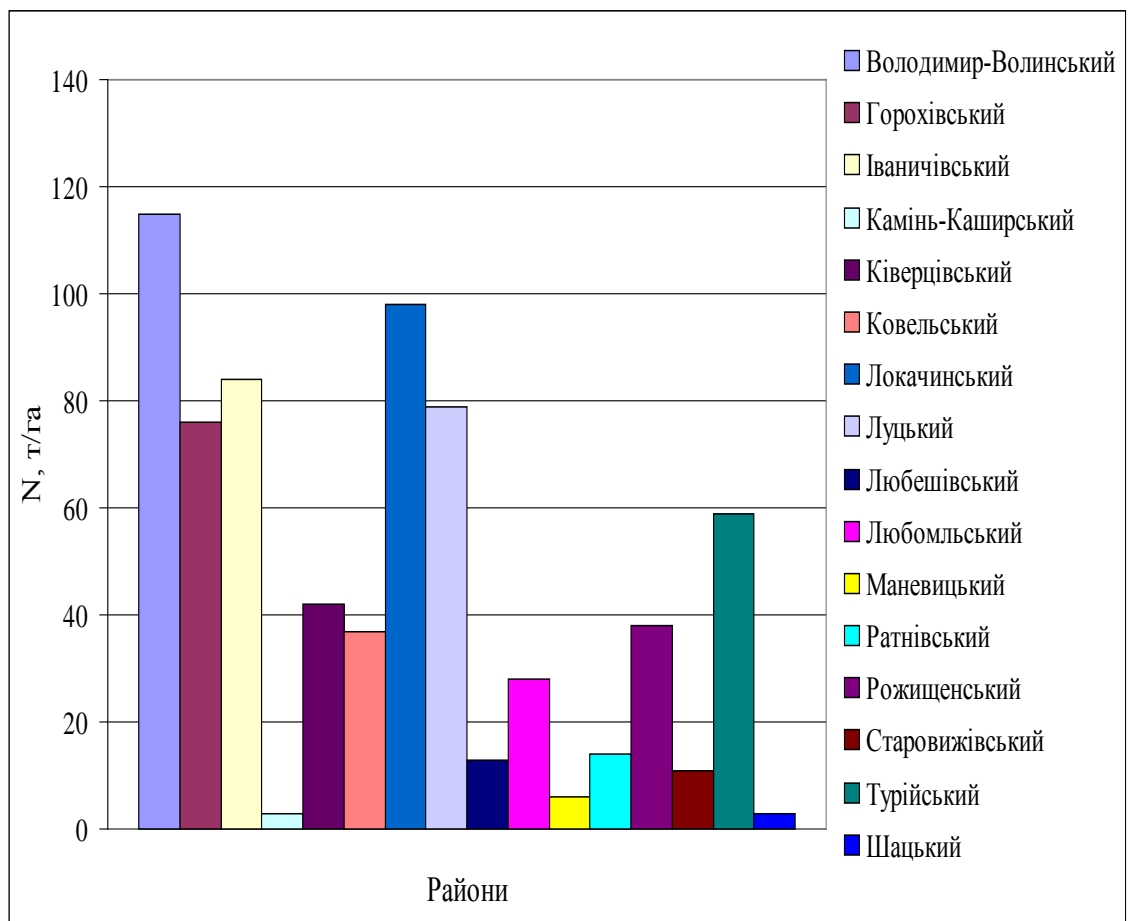


Рис. 4.4 - Аналіз внесення мінеральних добрив азоту у Волинській області

Аналізуючи рисунок 4.4 на якому представлено розподіл внесення добрив натрію в ґрунти районів Волинської області, спостерігаємо найменший вміст його у землях Камінь-Каширського та Шацького районів і найбільший – у Володимир-Волинському районі (115 т/га).

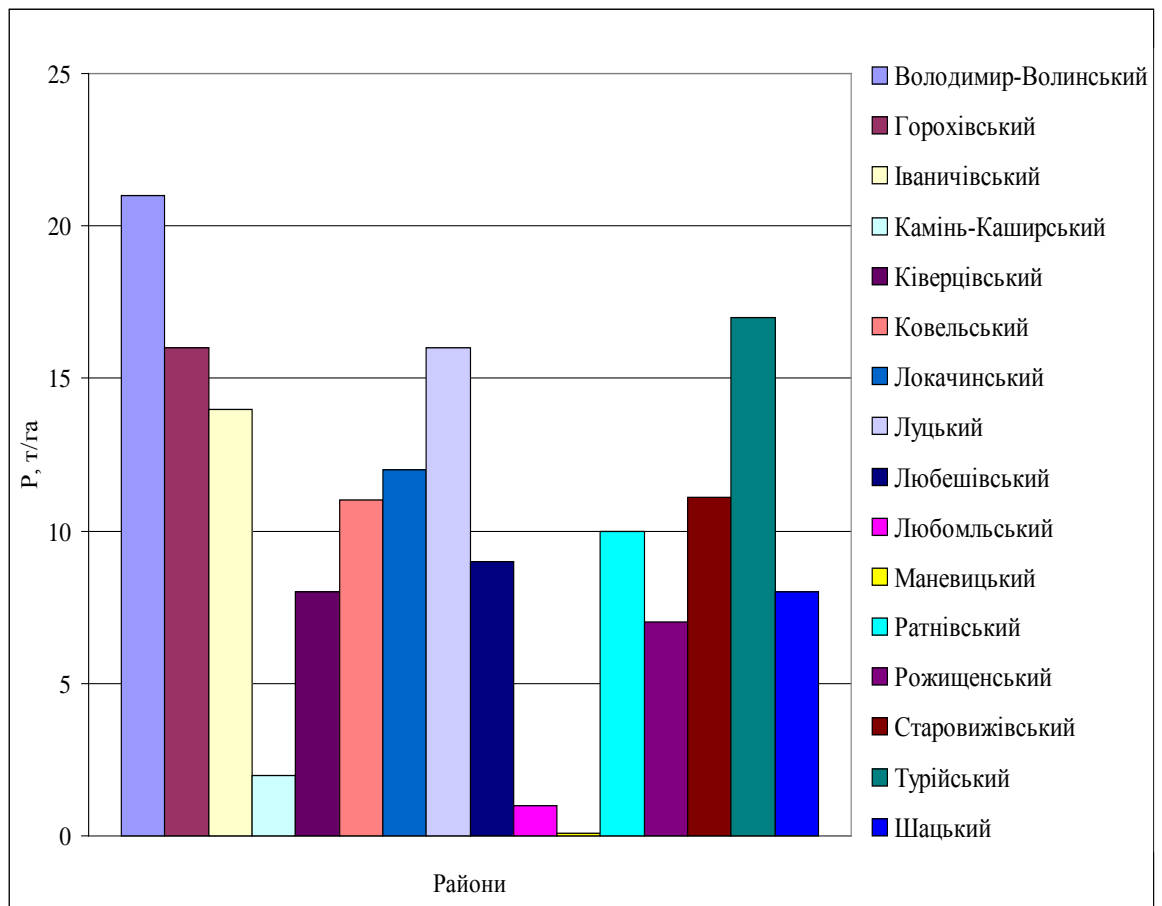


Рис. 4.5 - Аналіз внесення мінеральних добрив фосфору у Волинській області

Аналізуючи рисунок 4.5 бачимо, що найбільше внесення добрив фосфору відбувалося у Володимир-Волинському районі (21 т/га), а найменше – у Маневичівському районі (0,1 т/га).

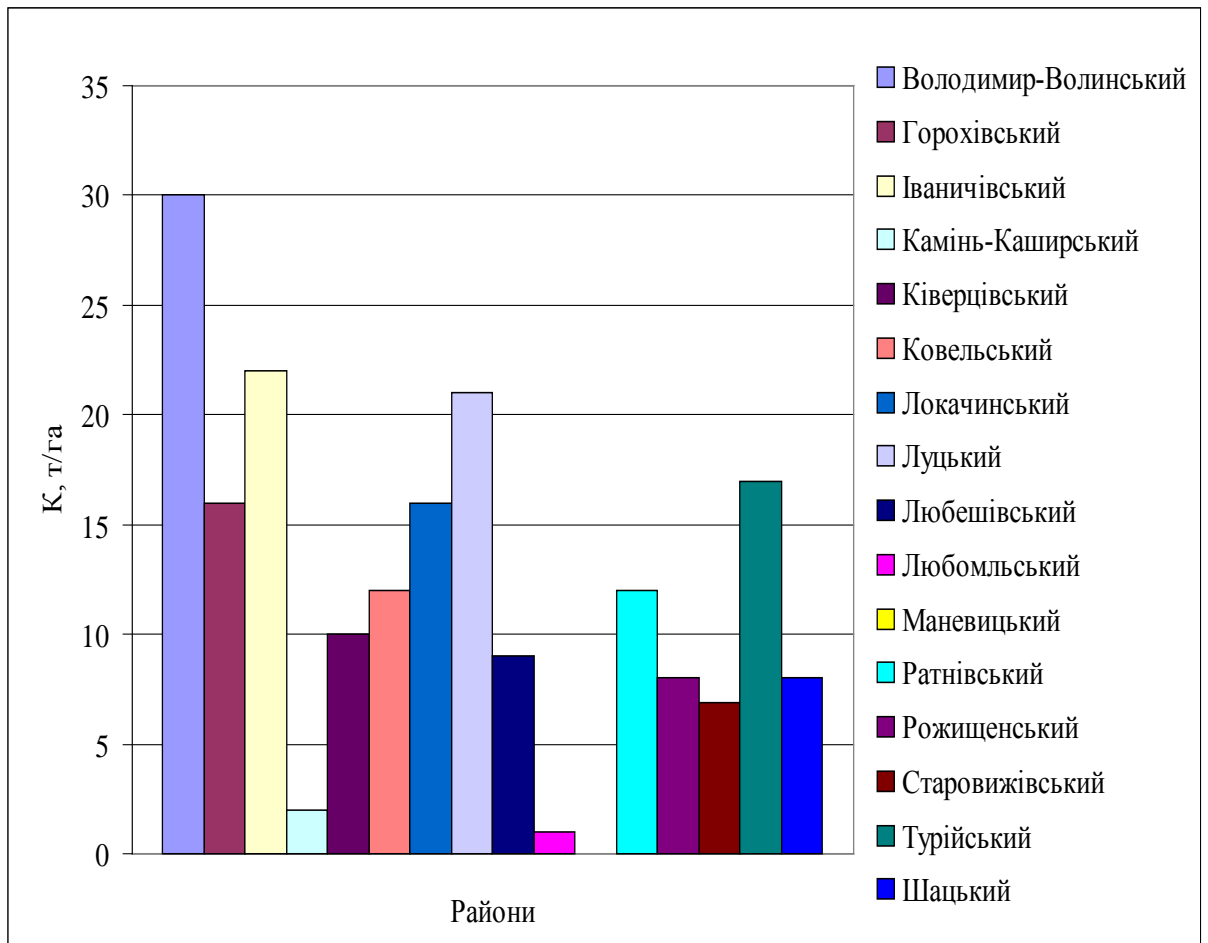


Рис. 4.6 - Аналіз внесення мінеральних добрив калію у Волинській області

На рисунку 4.6. бачимо що тенденція внесення добрив калію подібна до тенденції внесення добрив фосфору. Також найбільша частка припадає на Володимир-Волинський район (30 т/га), і найменша на Маневицький район.

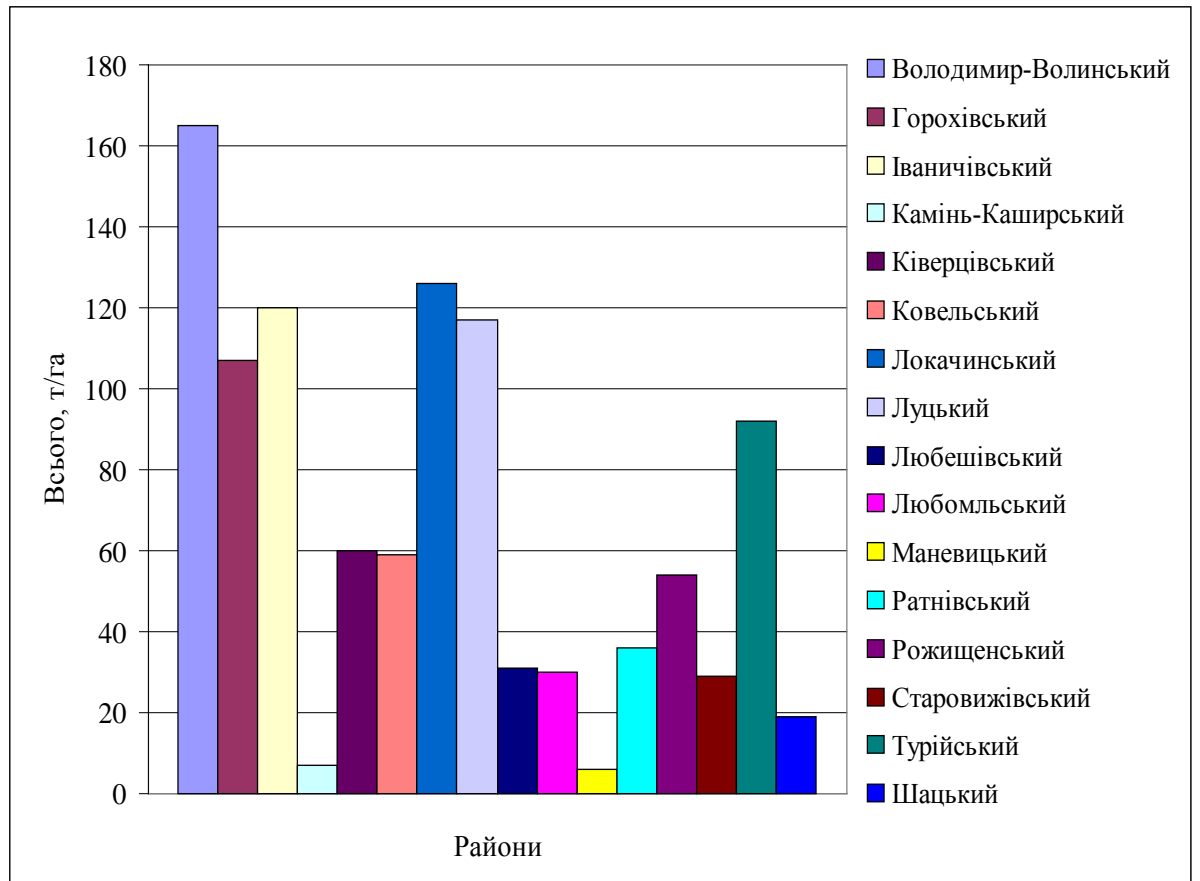


Рис. 4.7 - Всього мінеральних добрив у Волинській області

Аналізуючи рисунок 4.7, який відображає сукупне навантаження мінеральними добривами калію, фосфору і натрію на ґрунти Волинської області, бачимо що найбільше навантаження зазнає Володимир-Волинський район (165 т/га), а найменше – Маневицький район (6 т/га).

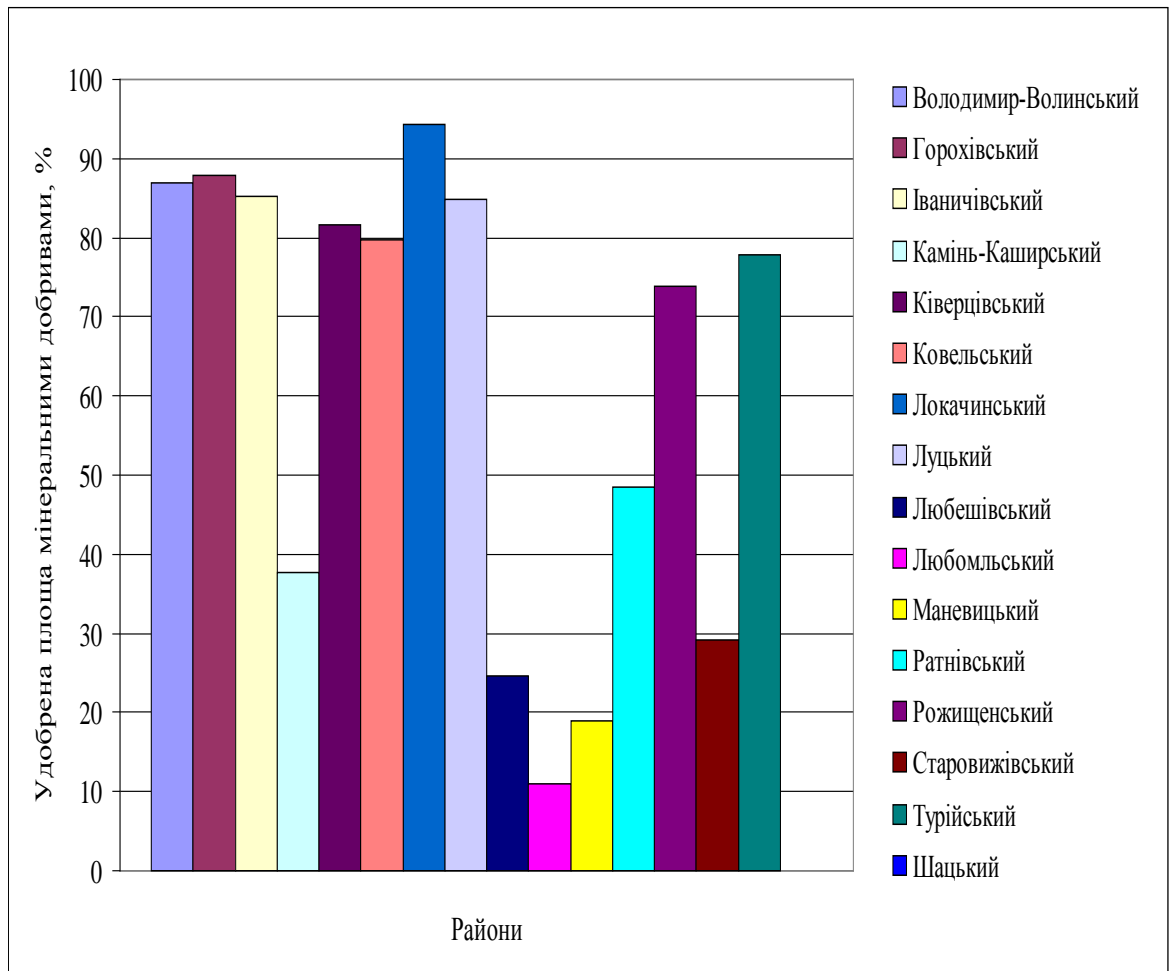


Рис. 4.8 – Площі районів Волинської області удобрені мінеральними добривами

Аналізуючи рисунок 4.8, бачимо що найбільш удобреними площами, які пристосовані під урожай і багаторічні насадження у Волинській області являються землі Локачинського, Володимир-Волинського, Горохівського районів, а найменш удобреними – землі Любешівського, Любомильського, Маневицького районів.

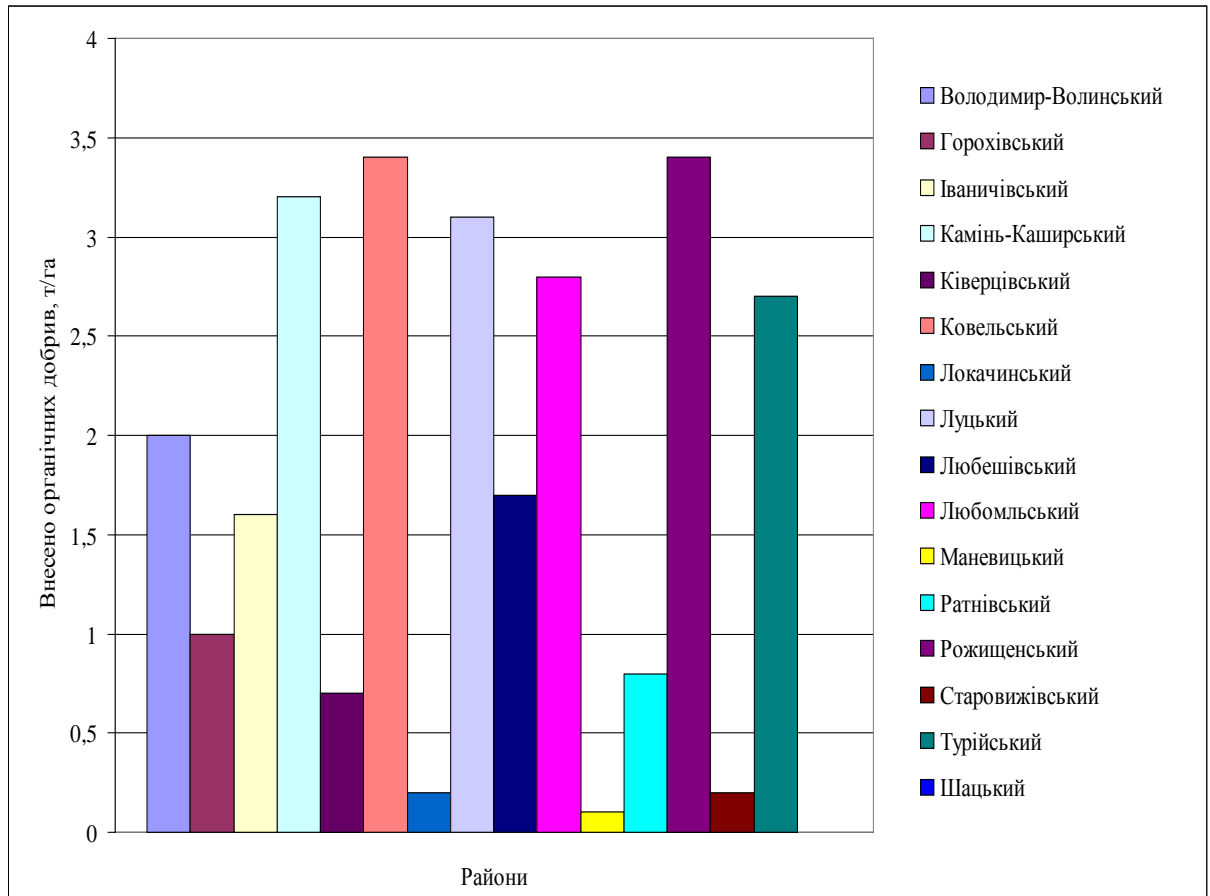


Рис. 4.9 – Всього внесено органічних добрив у Волинській області

Аналізуючи рисунок 4.9, бачимо, що в Камінь-Каширському (3,2 т/га), Ковельському (3,4 т/га), Рожищенському (3,4 т/га) районах спостерігається найбільше внесення органічних добрив, а найменше у Локачинському (0,2 т/га), Маневицькому (0,1 т/га), Шацькому районах.

Результати агрохімічних досліджень 2012 року свідчать, що вміст рухомих фосфатів у обстежуваних районах знаходиться в межах 90-116 мг/кг ґрунту, а в середньому він становить 103 мг/кг.

Із загальної кількості обстежених земель в 2012 році 12,82 % мають дуже низький і низький вміст рухомого фосфору. Біля 40 % земель обстежених районів характеризуються середнім вмістом фосфору, і 48,93 % площ володіють підвищеною і високою забезпеченістю рухомими формами фосфатів. Зокрема у Камінь-Каширському районі 9,87 % земель мають дуже

низьку і низьку, 44,78 % - середню та 45,34 % - підвищену і високу забезпеченість рухомим фосфором.

За результатами агрохімічних досліджень 2012 року, середньозважений вміст рухомих сполук калію в обстежуваних районах знаходиться в межах 73-85 мг/кг ґрунту, що відповідає низькій та середній забезпеченості. Із загальної кількості обстежених земель 62,29 % мають дуже низький і низький вміст рухомих сполук калію, 30,31 % земель районів характеризуються середнім вмістом калію, і 7,40 % площ ґрунтів відносяться до оптимально забезпечених - підвищений та високий. Результати досліджень вказують, що 83,85 % земель обстежених районів мають дуже низький і низький вміст гумусу. Лише 16,15 % обстежених площ мають середній та підвищений вміст гумусу.

На прикладі Ковельського району розглянемо, забезпеченість площ вмістом рухомих сполук фосфору у кількісних долях, а також площі ґрунтів за реакцією ґрунтового розчину (рисунок 4.10).

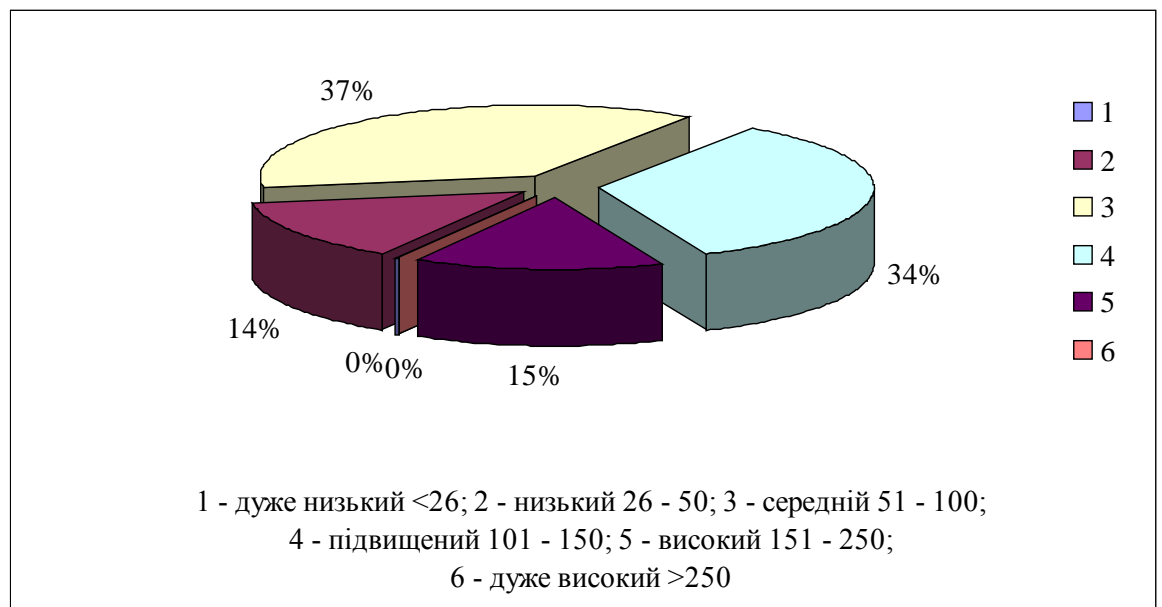


Рис. 4.10 - Площі ґрунтів Ковельського району у відсотках, за вмістом рухомих сполук фосфору

Розглядаючи рисунок 4.10, спостерігаємо, що у Ковельському районі найбільший відсоток земель (37%) займають площі з середнім вмістом рухомих сполук фосфору, площі з дуже високим та дуже низьким вмістом займають 0,03 та 0,14 тис.га., це незначний відсоток земель.

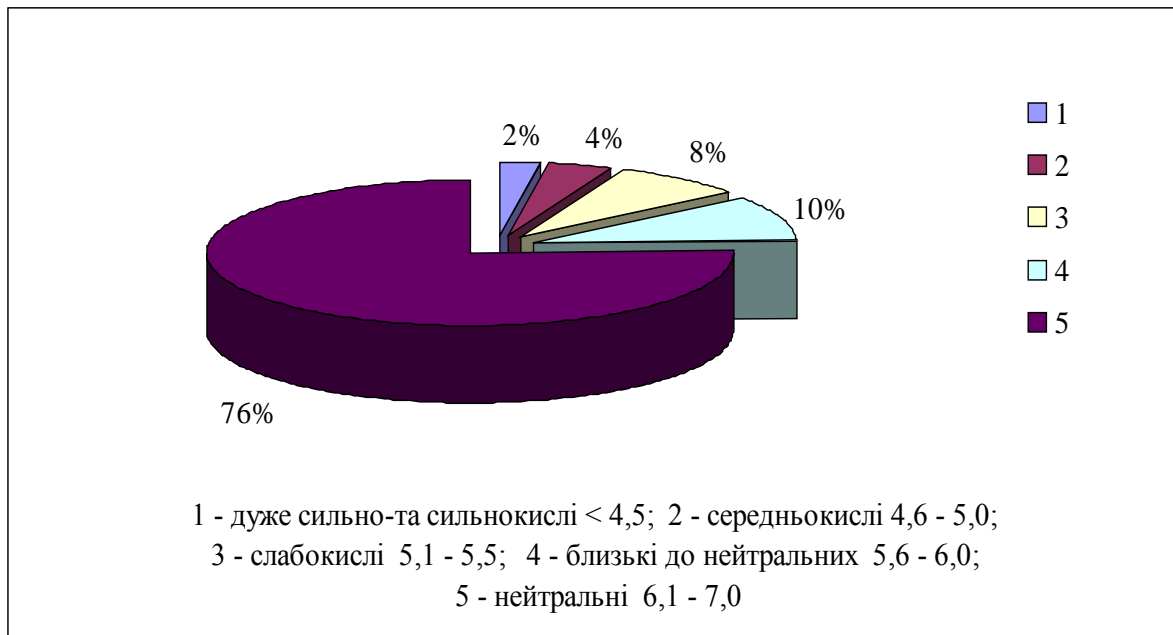


Рис. 4.11 - Площі ґрунтів Ковельського району у відсотках, за реакцією ґрунтового розчину

Розглядаючи рисунок 4.11, спостерігаємо, що у Ковельському районі найбільший відсоток земель (76%) займають нейтральні площі, найменший відсоток (2%) займають дуже сильно та сильнокислі землі.

На малюнку 4.12, спостерігаємо, що у Ковельському районі найбільший відсоток земель (63%) займають площі з високим вмістом гумусу, найменший відсоток площі з підвищеним і низьким вмістом гумусу.

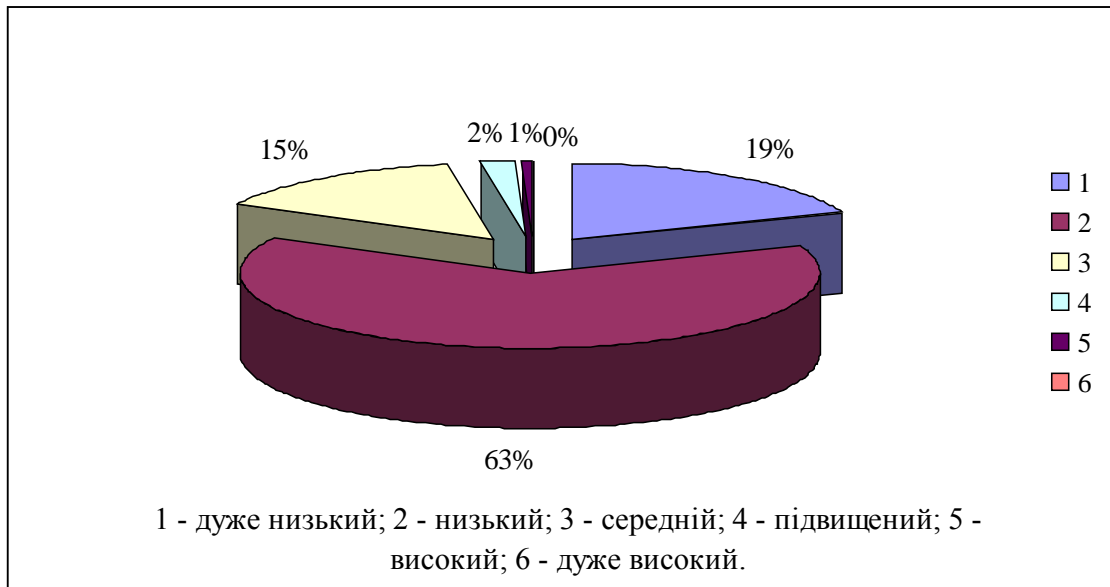


Рис. 4.12 - Площі ґрунтів Ковельського району у відсотках, за вмістом гумусу

На сьогодні середньозважений вміст гумусу в ґрунтах області становить 1,61 %, що за градацією відповідає низькому вмісту. Вміст рухомого фосфору підвищений (123 мг/кг ґрунту), а обмінного калію – середній (87 мг/кг ґрунту). Кислотність ґрунтів дещо підвищилась і становить 6,23 одиниць.

Агрохімічне обстеження ґрунтів за останні роки засвідчує, що ґрунти області мають в основному низьку та середню забезпеченість мікроелементами.

Дослідження ґрунтів сільськогосподарських угідь Любешівському, Маневицькому та Ківерцівському районів показують, що на сьогодні тривожною є ситуація з одним із важливих показників родючості ґрунтів –

гумусом. За результатами досліджень середньозважений вміст його становить в Любешівському районі 1,48%, в Маневицькому і Ківерцівському відповідно 1,56% та 1,40 відсотків. За останніх 5 років в ґрунтах досліджуваних районів вміст зменшився від 0,14 до 0,19% а в середньому на 0,17%. Найбільш інтенсивні втрати гумусу відбулися в Маневицькому районі.

Результати агрохімічних аналізів вищезазначених районах області показують, що вміст рухомих фосфатів по районах становить 87 – 114 мг/кг ґрунту (в середньому 100,8 мг/кг), обмінного калію - 69 – 77 мг/кг ґрунту (в середньому 73,9 мг/кг), при оптимальному забезпеченні 150 – 180 мг/кг ґрунту.

Кислотність ґрунтів в Любешівському і Маневицькому районах по результатах обстеження в 2009 році знаходиться в межах 5,1-5,5 одиниць, а в ґрунтах Ківерцівського району вона становить 6,4 одиниці.

На рисунках 4.13 – 4.16 представлені агрохімічні характеристики обстежених земель за вмістом гумусу, рухомого фосфору, обмінного калію та за реакцією ґрунтового розчину.

Аналізуючи гістограму розподілу середньозваженого показника (%) за вмістом гумусу в районах Волинської області, бачимо, що коливання значень за вмістом гумусу по області в цілому не значні, найменший показник складає 1,4 % у Ківерцівському районі, найбільший – 1,83 % у Горохівському районі.

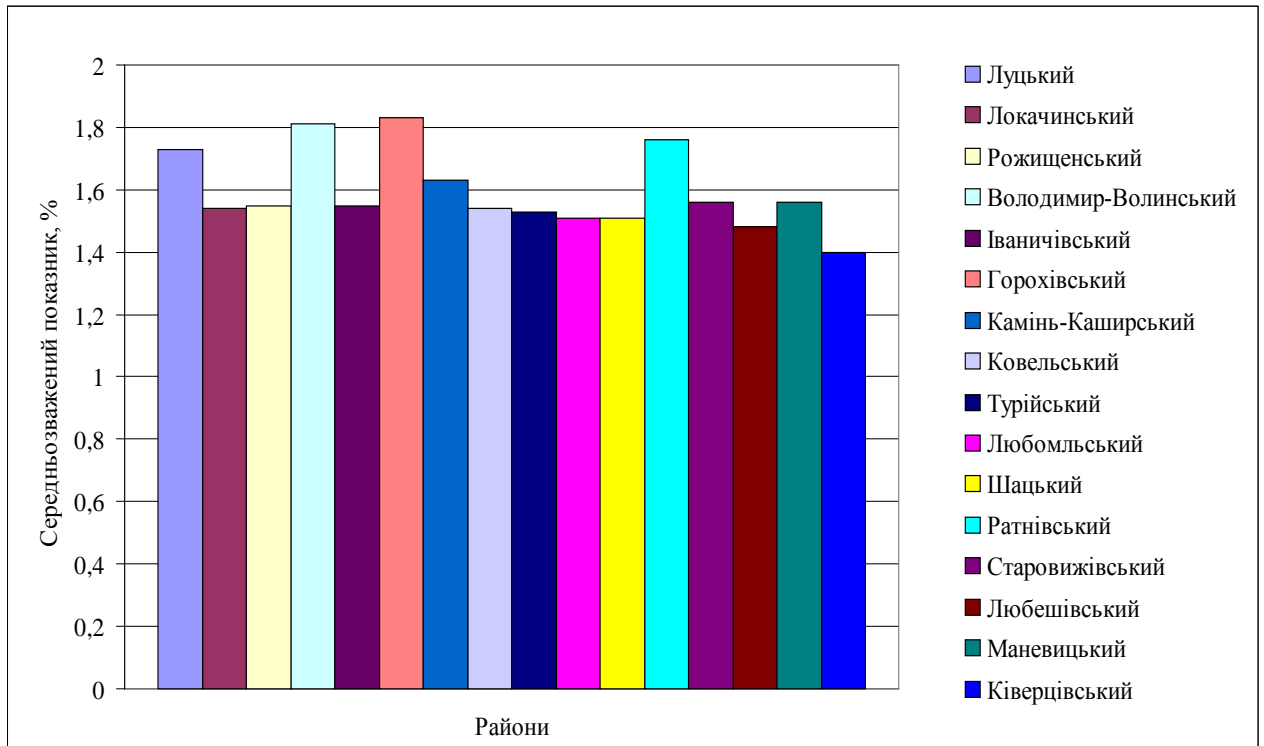


Рис. 4.13 - Агрохімічна характеристика обстежених земель Волинської області за вмістом гумусу

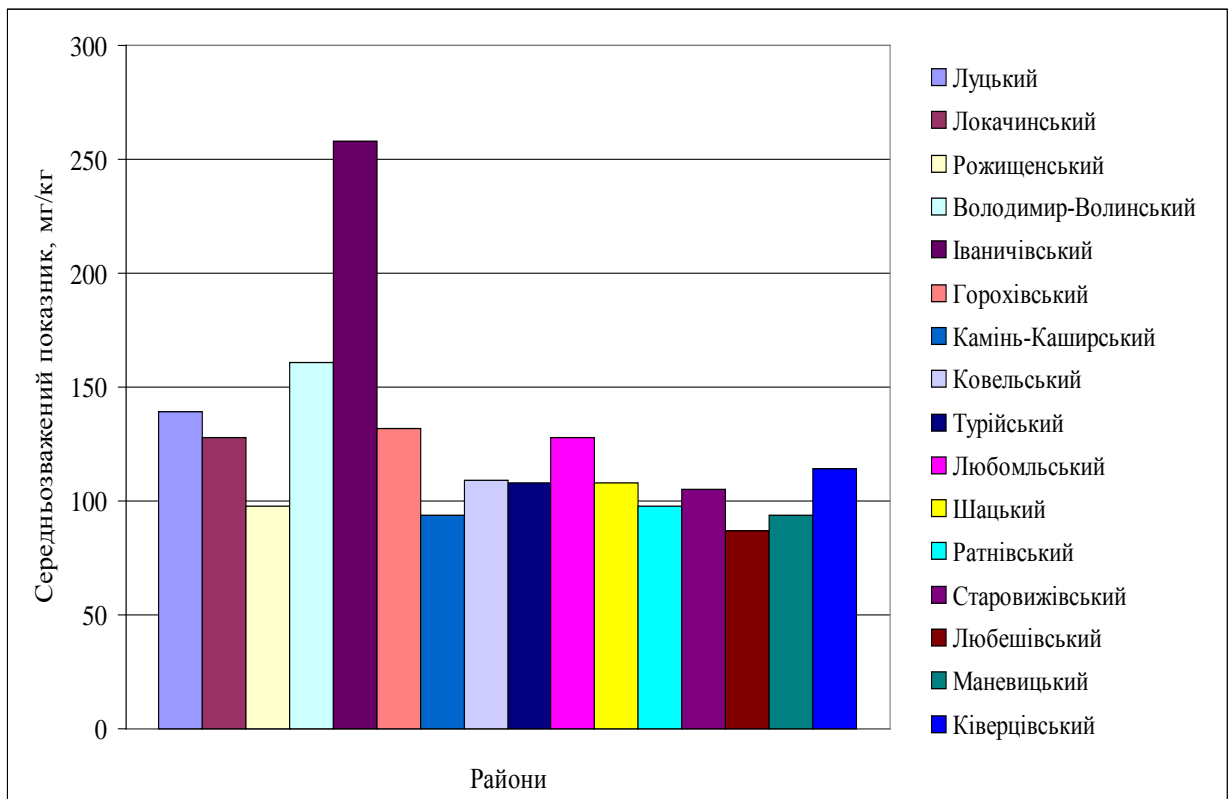


Рис. 4.14 - Агрохімічна характеристика обстежених земель Волинської області за вмістом рухомого фосфору

Аналізуючи гістограму розподілу середньозваженого показника (мг/кг) за вмістом рухомого фосфору в районах Волинської області спостерігаємо, що найменший показник складає 87 мг/кг у Любешівському районі, найбільший – 258 мг/кг в Іваничівському районі.

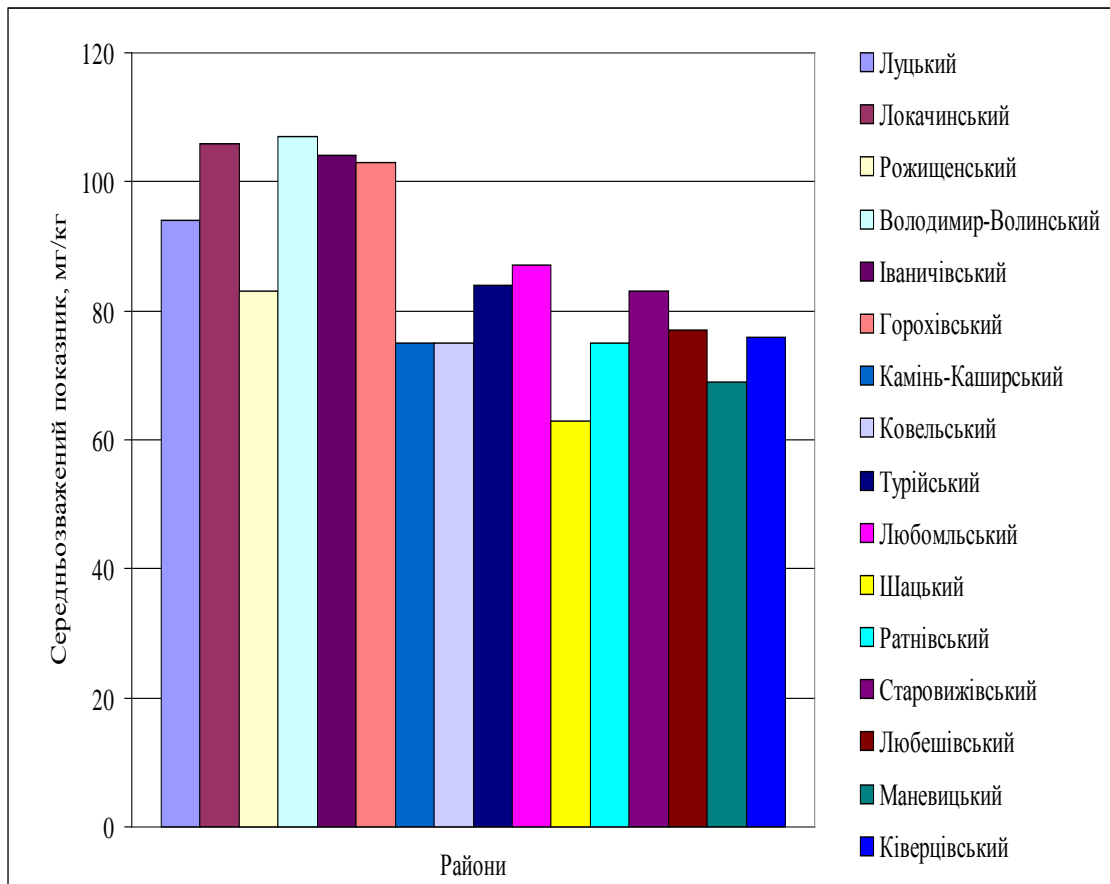


Рис. 4.15 - Агрохімічна характеристика обстежених земель Волинської області за вмістом обмінного калію

Аналізуючи гістограму розподілу середньозваженого показника (мг/кг) за вмістом обмінного калію в районах Волинської області спостерігаємо, що найменший показник складає 63 мг/кг у Шацькому районі, найбільший – 107 мг/кг у Володимир-Волинському районі.

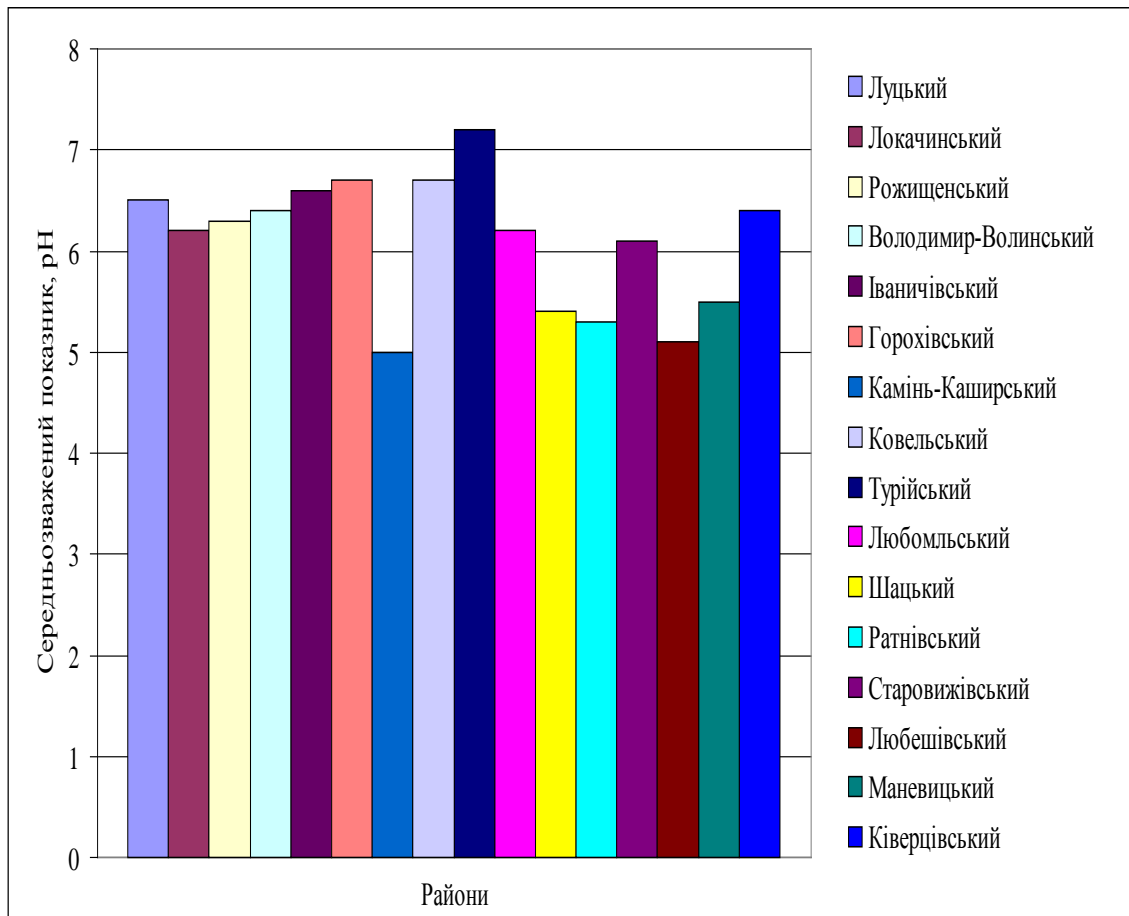


Рис. 4.16- Агрохімічна характеристика обстежених земель Волинської області за реакцією ґрунтового розчину

Аналізуючи гістограму розподілу середньозваженого показника (рН) за реакцією ґрунтового розчину в районах Волинської області спостерігається коливання рН від 5,0 у Камінь-Каширський районі до 7,2 рН у Турійському районі.

4.3 Оцінка сучасного еколого – агрохімічного стану ґрунтів за допомогою математичної моделі.

Згідно ГОСТу 17.4.1.02-83 по ступені небезпеки хімічні речовини, забруднюючі ґрунтовий покрив, підрозділяються на 3 класи: 1 – високо небезпечні, 2 – помірно небезпечні, 3 – мало небезпечні (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Критерії класів небезпеки хімічних речовин в ґрунтах

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

При санітарно-гігієнічному нормуванні враховуються показники шкідливості: транслокаційний (K_1) – лімітуючий перехід нормуємої забруднюючої речовини в рослині; міграційний водний (K_2) – лімітуючий перехід нормуємої забруднюючої речовини в водне середовище; загальносанітарний (K_3) – оцінюючий властивість ґрунтів до самоочищення і ґрунтовий мікробіоценоз (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2– ГДК окремих важких металів в ґрунтах і допустимий вміст по показнику шкідливості

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

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

Таблиця 4.3 – Критерії оцінки ступеня забруднення ґрунтів

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

В районах сільськогосподарської діяльності і гідромеліоративного освоєння земель забруднення ґрунтів і інших компонентів геологічного середовища зв'язано, насамперед, з внесенням добрив, обробкою культурних рослин пестицидами (таблиця 4.4).

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

Елемент	Надходження важких металів, мг/кг сухого ґрунту				
	Фосфорні добрива	Вапнування	Азотні добрива	Органічні добрива	Пестициди
Cd	1-100	0,04-0,1	0,5-8,0	0,3-0,8	-
Cu	10-200	10-100	1-15	2-60	15-50
Hg	0,1-1,0	0,05	0,5-2,0	0,1-0,2	1-40
Ni	10-30	10-20	10-30	10-30	-
Pb	10-200	50-500	10-20	-	15-50
Zn	100-500	10-400	10-40	-	5-20

Нормування забруднення ґрунтів з розробкою науково обґрунтованих ГДК – достатньо важка задача, не вирішена до цих пір. Однак всі ґрунти сільськогосподарського використання, включаючи ступінь їх забруднення хімічними речовинами, можна умовно розділити на 4 категорії: 1 – допустима; 2 – помірно небезпечна; 3 – високо небезпечна; 4 – надзвичайно небезпечна (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5 - Принципова схема оцінки ґрунтів сільськогосподарського використання по ступеню забруднення хімічними речовинами

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

За допомогою наведеної вище математичної моделі були розраховані показники надходження важких металів до однієї з найбільш розповсюдженої на цій території сільськогосподарської культури до якої належить цукровий буряк (таблиця 4.6).

Таблиця 4.6 – Швидкість надходження важких металів у цукровий буряк ,мгм⁻²

Райони	Важкі метали, мгм ⁻²		
	Cd	Pb	Hg
Волинський	0,0120	0,047	0,00025
Горохівський	0,0120	0,040	0,00012
Іваничівський	0,0105	0,045	0,00017
Локачинський	0,0120	0,043	0,00014
Луцький	0,0120	0,045	0,00021

Аналізуючи таблицю 4.6 бачимо, що вміст кадмію у розглянутих районах однаковий (0,0120мгм⁻²), лише в Іваничівському районі він складає (0,0105мгм⁻²). Найбільший вміст свинцю перепадає на Волинський район (0,047мгм⁻²), а найменше у Горохівському районі (0,040мгм⁻²). У Іваничівському та Луцькому районах однаковий вміст свинцю (0,045мгм⁻²). Вміст ртуті у Волинському районі є найбільшим 0,00025мгм⁻², а найменше перепадає у Горохівському районі 0,00012мгм⁻².

На основі наведених даних про забруднення ґрунтів Волинської області важкими металами виконано оцінку забруднення цукрового буряку важкими металами у різних районах Волинської області (рисунок 4.17).

На рисунку 4.17 представлена швидкість поглинання рухомих форм Си корінням цукрового буряку у період з 1992 по 2013 роки.

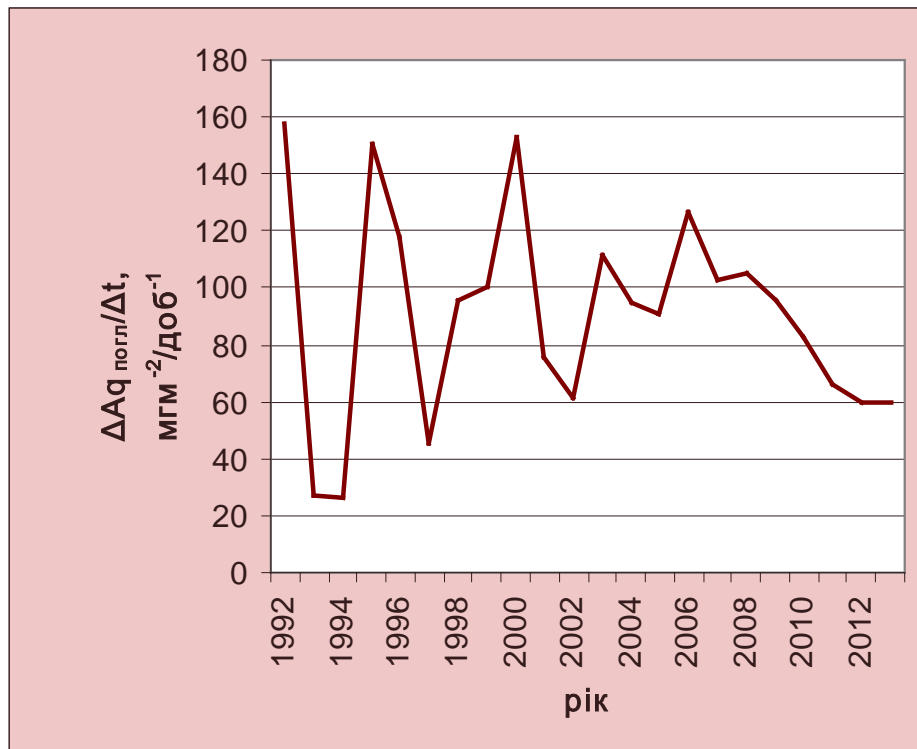


Рисунок 4.17 – Швидкість поглинання рухомих форм Si корінням

Аналізуючи графік, видно, що максимальне значення швидкості поглинання рухомих форм Si корінням цукрового буряку спостерігалось у 1992 році і становить $157,48 \text{ мгм}^{-2}/\text{доб}^{-1}$, мінімальне значення спостерігалось у 1994 році – $26,04 \text{ мгм}^{-2}/\text{доб}^{-1}$. Середнє значення дорівнює $91,14 \text{ мгм}^{-2}/\text{доб}^{-1}$.

Математичне моделювання дозволяє виконати науковий експеримент, який встановлює оптимальні норми внесення мінеральних та органічних добрив під різні сільськогосподарські культури з мінімальною кількістю забруднювальних елементів. Такі розрахунки наведені у таблиці 4.7 та 4.8 для різних типів ґрунтів під посіви кукурудзи.

Нслідком інтенсивнішого ведення сільського господарства і близькості крупних промислових центрів, що поповнюють викидами промислових підприємств ґрунтові запаси елементів.

Таблиця 4.7 – Вплив добрив на вміст важких металів на звичайному чорноземі в шарі 0-40см, мг/кг

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

Таблиця 4.8– Вплив добрив на валовий вміст важких металів в чорноземі на нелесових породах в шарі 0-40см

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

В цілому істотних змін валових кількостей важких металів в ґрунті при внесенні доз добрив не сталося, проте деякі тенденції можна відзначити.

Практично не змінився вміст в ґрунті міді, свинцю, стронцію. Вміст хрому на звичайному чорноземі помітно підвищилося, але це швидше пов'язано з великою строкатістю в розподілі цих елементів в ґрунті, а не з дією добрив.

Стійке і математично достовірне підвищення валового вмісту на обох типах ґрунтів відмічене лише по цинку. Це в рівній мірі виявилось на тлі вживання мінеральних і органічних добрив. Отже, в добривах міститься велика кількість даного елемента. На чорноземах для здобуття високих урожаїв соняшнику в першу чергу необхідно застосовувати цинк і мідь. У метровому профілі звичайних чорноземів кількість цинку, витягнутого ацетатно-аммонійним буферним витягом з рН=4.8, вагається в межах 0,26-0,5мг/кг, марганцю 23.1-35.7мг/кг, мідь 0.24-0.42. Зіставлення цих цифр з валовими запасами мікроелементів в ґрунті тих же ділянок показує, що рухливість різних елементів істотно розрізняється. Для аналізу хімічного складу рослин в період найбільшого загострення зовнішніх проявів порушення в живленні в двох дослідах на звичайному чорноземі відбиралися абсолютно здорові рослини з варіантів, де застосовувався цинк в дозах 5-10кг/га, і рослини з повним комплексом ознак голодування з варіантів, де вносилися високі дози фосфору. Виключення складає лише цинк. В здорових рослин його близько 24мг/кг, а у хворих – близько 18мг/кг. Саме недолік цинку стримував нормальний розвиток рослин, тоді як іншими елементами вони були добре забезпечені. Даний приклад - прекрасна ілюстрація справедливості "закону мінімуму" Лібіха і підтвердження положення, що на звичайних чорноземах в першому мінімумі серед важких металів знаходиться цинк.

Важливий резерв для того, що збалансувало живлення – підбір попередників сільськогосподарських культур, правильне визначення їх місця в сівозміні, а також місця для внесення добрив(таблиця 4.9).

Таблиця 4.9 – Рухливість важких металів у звичайному чорноземі

Шар грунту, см	Вміст мікроелементів в ґрунті			Відношення кількості рухомих форм мікроелементів до валових запасів, %		
	Zn	Mn	Cu	Zn	Mn	Cu
0-20	0.29	2.37	0.28	0.38	2.42	0.86
20-40	0.31	2.58	0.29	0.39	3.02	1.08
40-60	0.37	2.43	0.32	0.40	3.12	1.30
60-80	0.46	2.50	0.38	0.50	3.39	1.48
80-100	0.51	2.36	0.39	0.62	3.40	2.02
0-100	0.38	2.55	0.40	0.71	3.07	2.34

Рухливість важких металів в значній мірі визначається типом важкого металу, характеристиками ґрунту та змінюється з глибиною. Виходячи з даних таблиці по всім аналізованим металам їх рухливість з глибиною збільшується, що в значній мірі визначає рівень забруднення ґрунтів цими елементами.

Фосфорних добрив треба вносити під культури, що менш гостро реагують на недолік мікроелементів.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання науково – магістерської роботи були зроблені наступні висновки:

1. Область займає західну частину Східноєвропейської рівнини і знаходиться на заході рівнинних просторів двох природно-географічних зон України-Полісся і Лісостепу. Більша частина її (майже три чверті всієї площі) розташована в низинному Західному Поліссі, а менша – у лісостеповій зоні на Волинській лісовій височині.

2. Основними типами ґрунтів є дерново-підзолисті, сірі лісові та опідзолені. За ступенем опідзолення дерново-підзолисті ґрунти діляться на сильно, середньо-і слабопідзолисті. Ступінь опідзолення залежить від віку ґрунту, тобто тривалості підзолистого процесу і від механічного складу материнських ґрунтів. Більше половини дерново-підзолистих ґрунтів піддаються надмірному зволоженню за рахунок неглибоко залягають підземних вод, тобто відносяться до в'язкі і глейовими .

3. Земельний фонд області за станом на 01.01.2015 року становить 2014,4 тис. га, з них 1048,4 тис. га або 52% відсотка займають сільськогосподарські угіддя, що свідчить про високий рівень сільськогосподарської освоєності земель.

4. Волинська область відноситься до недостатньо забезпеченої території по вмісту мікроелементів та органічної речовини.

5. За рахунок внесення мінеральних добрив у ґрунти сільськогосподарського призначення потрапляє біля 60% важких металів.

6. Весь комплекс мінеральних добрив в середньому на площі складає (65 %), найбільше мінеральних добрив вноситься у південній частині , найменша у північній частинах області . Вивчено сучасний еколого-агрохімічний стан земельних ресурсів Волинської області, який урахує внесення мінеральних та органічних добрив під сільськогосподарські

рослини, вміст у ґрунтах важких металів, пестицидів та радіонуклідів. Вміст свинцю в районах Волинської області коливається від 2,3 мг/кг (Горохівський район) до 2,7 мг/кг (Володимир-Волинський район). Ці значення не перевищують ГДК. Вміст кадмію однаковий (0,08 мг/кг), лише в Іваничівському районі він складає 0,07 мг/кг. Вміст ртуті у ґрунті коливається від 0,004 мг/кг (Горохівський, Локачинський район) до 0,007 мг/кг (Володимир-Волинський район). Ці значення не перевищують ГДК, що складає 2,1 мг/кг.

7. Під посів 2012 року агроформуваннями області внесено 19,5 тис. тонн мінеральних добрив, в цілому внесено на 80,2 % посівних площ сільськогосподарських культур. Удобрено 83,2% посівів зернових, 94 % - цукрових буряків, 75,6 % - картоплі, 78,9 % - овочів. У розрахунку на один гектар удобреної площі внесено по 122 кг поживи. Під зернові культури внесено в середньому по 89 кг мінеральних добрив на один гектар посівної площі, під цукрові буряки – по 252 кг поживних речовин, під овочеві – по 297 кг, картоплі – по 208 кг.

8. Вміст рухомих фосфатів у обстежуваних районах знаходиться в межах 90-116 мг/кг ґрунту, а в середньому він становить 103 мг/кг. Із загальної кількості обстежених земель в 2012 році 12,82 % мають дуже низький і низький вміст рухомого фосфору. Біля 40 % земель характеризуються середнім вмістом фосфору, і 48,93 % площ володіють підвищеною і високою забезпеченістю рухомими формами фосфатів. Зокрема у Камінь-Каширському районі 9,87 % земель мають дуже низьку і низьку, 44,78 % - середню та 45,34 % - підвищену і високу забезпеченість рухомим фосфором, в Ковельському та Турійському районах відповідно 14,26 % та 13,92 % земель низько забезпечені, 36,98 % та 32,57 % - середнозабезпечені і 48,76 % та 53,50 % - підвищено і високо забезпечені цим елементом.

9. Середньозважений вміст рухомих сполук калію в обстежуваних районах знаходиться в межах 73-85 мг/кг ґрунту, що відповідає низькій та

середній забезпеченості. Із загальної кількості обстежених земель 62,29 % мають дуже низький і низький вміст рухомих сполук калію, 30,31 % земель районів характеризуються середнім вмістом калію, і 7,40 % площ ґрунтів відносяться до оптимально забезпечених - підвищений та високий.

10. В середньому органічних добрив по області вноситься 2,5 т/га. За досліджуваний період 83,85 % земель мають дуже низький вміст гумусу, а в Камінь-Каширському районі частка таких земель становить 86,89 %, в Ковельському – 82,88 % і Турійському – 82,76 відсотки. Лише 16,15 % обстежених площ мають середній та підвищений вміст гумусу.

11. Максимальний вміст пестициду ДДТ спостерігається у Турійському (0,06 мг/кг) та Локачинському (0,058 мг/кг) районах. Мінімальний вміст – у Шацькому районі (0,007 мг/кг). Ці значення не перевищують ГДК (0,1 мг/кг).

12. Виконав комплексну еколого – агрохімічну оцінку ґрунтів сільськогосподарського призначення Волинської області можна зробити висновок що, за основними забруднювальними елементами, до яких відносяться важкі метали та пестициди перевищень ГДК не спостерігалось, по вмісту гумусу ґрунти у достатньому ступеню забезпечені органічною речовиною. Спостерігаються незначні відхилення від оптимальних значень за вмістом мікроелементів. Ґрунти Волинської області є найбільш сприятливими для вирощування зернових, технічних культур та картоплі.

13. Вміст основних, найбільш токсичних важких металів не перевищує ГДК, найбільша кількість спостерігається у районах з найбільшим рівнем внесення фосфорних добрив. Найбільша швидкість забруднення важкими металами сільськогосподарських рослин (на прикладі цукрового буряку) низначена для свинцю.

13. Надані практичні рекомендації що до режиму внесення добрив, оптимальними є внесення під посів та у період максимального накопичення вегетативної маси рослин, що припадає на липень місяць, що не завдасть шкоди врожаю і призведе до найменшого накопичення важких металів у ґрунті, так як у цей період спостерігається найбільша кількість опадів.

5. Для зернових та технічних культур виконані чисельні експерименти, які дозволяють надати практичні рекомендації, що до внесення оптимальних доз мінеральних та органічних добрив, з урахуванням якості ґрунтів.

Отримані результати роботи можна використовувати для оптимізації посівних площ сільськогосподарських рослин з урахуванням еколого – агрохімічної оцінки ґрунтів та площ внесення мінеральних та органічних добрив

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області за 2012 рік. 170с.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області за 2013 рік. 168с.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області за 2014 рік. 179с.
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області за 2015 рік. 156с.
5. Вернандер П. Б., Гоголев И. П., Ковалишин Д. И. и др. Природа Украинской ССР. Почвы // Киев : Наук. думка, 1986. - 216 с.
6. Най П.Х., Тинкер П.Б. Движение растворов в системе "почва – растение"// Москва: Колос, 1980. – 365 с.
7. Азманова Н.В., Акімов І.А. та ін.. Екологічний атлас: Атлас-монографія// Київ: Варта, 2006. 220 с.
8. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів.//Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 19 с.
9. Земельний кодекс України/ Екологічне законодавство України. Збірник законодавчих актів: видання четверте.// Харків: Екоправо, 2002. С. 67-168.
10. Рижук С.М., Лісового М.В., ц. Бенцаровського М. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення// Київ: 2003. 64 с.
11. Татаріко О.Г. Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги. Серія «Охорона навколишнього середовища», « Стан Ґрунтів України»//Київ: березень, 2005, №3 (15). 31 с.

12. Вигера С.М. Методичні вказівки до самостійної роботи з вивчення дисципліни «Інтегрований захист рослин»//Київ: Видавничий центр НАУ, 2008. 73 с.
13. Городній М.М. Агрохімія: Підручник//Київ: ТОВ "Алефа", 2003. 778 с.
14. За ред. акад. Тараріко О.Г. Оцінка придатності Сільськогосподарських земель України для створення екологічно чистих сировинних зон і Господарств по виробництву продуктів дитячого та дієтичного харчування. Методичні рекомендації//Київ: 1998. 58 с.
15. Давиденко В.А., Білявський Г.О., Арсенюк С. Ю. Ландшафтна екологія: Навчальний посібник. //Київ: Лібра,, 2007. 280 С.
16. Козлов М. В., Плишко А. А. Агрохімічне забезпечення високопродуктивних технологій вирощування зернових культур//Київ: Урожай, 1991. 232 с.
17. Булигін С. Ю. та ін. Оцінка і прогноз якості земель: Навч. посібник// Харків: нац. аграр. ун-т. Х., 2008. 237 с.
18. 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.
19. 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.
20. Навчальний посібник/М.Д., Євтушенко, Ф. М. Марютін, І.І. Сушко, В. М. Жеребко та інші/За редакцією М. Д. Євтушенка, Ф. М. Марютіна. Пестициди і технічні засоби їх застосування//Харків, 2001. 349 с.

ДОДАТКИ

**СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ
РОБОТИ**

1. Ільїна В.Г., Мороз А.Я. Аналіз вмісту важких металів у ґрунтах Волинської області / Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – Одесса, 2018. – N 1(21), с. 163-167 .

2. Ільїна В.Г., Мороз А.Я. Оцінка еколого – агрохімічного стану сільськогосподарських угідь Волинської області / Матеріали конференції молодих вчених ОДЕКУ (02 – 08 травня 2018): Одеський державний екологічний університет. – Одеса: ТЕС, 2018. – 192 с.

3. Ільїна В.Г., Мороз А.Я. Агрохімічна характеристика ґрунтів сільськогосподарського призначення Волинської області / Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – Одесса, 2018. – N 1(22).

Додаток Б

Валовий хімічний склад ґрунту,% на безводну, бескарбонатную і безгумусную наважку

Зміст окислів:				
SiO ₂	95,35	96,34	96,03	92,83
Fe ₂ O ₃	0,73	0,53	0,62	0,39
Al ₂ O ₃	2,08	2,33	3,76	1,56
CaO	0,72	0,70	0,77	0,67
MgO	0,50	0,24	0,32	0,27
MnO	0,04	0,01	0,03	0,00
SiO ₂ : R ₂ O ₃	63,56	61,77	41,05	91,00

Груповий склад фосфатів (по Чирикова), мг на 100 г ґрунту

Валовий фосфор	51,00	31,00	19,00	11,00
Уксуснокіслорастворимий	3,90	4,68	4,30	8,80
Солянокіслорастворимий	15,30	10,19	9,20	0,95
Органічний	23,34	5,62	2,38	2,30
Незнімний	8,45	10,51	3,14	4,50

Додаток В

Груповий склад калію, мг на 100 г ґрунту

Валовий калій	752,00	639,00	692,00	222,00
Водорозчинний	1,80	0,70	1,00	1,20
Обмінний	4,20	3,30	4,70	2,80
Необмінна (по різниці)	746,00	635,00	686,00	218,00

Характеристика сірих опідзолених ґрунтів на лесах

Найменування показників	Генетичний горизонт						
	HE	It (h)	I ₂	I ₃	Pi	Pk	Pk
Фізико-хімічні показники							
Глибина відбору зразків, см	10 – 20	30 - 40	65 – 75	95 - 105	125 - 135	170 - 180	210 - 220
pH сольовий	4,5	4,8	4,3	4,4	4,5	Не вияв.	Не вияв.

Додаток Г

Фізичні та водно-фізичні показники

Глибина відбору зразків	10 – 20	30 - 40	65 - 75	95 - 105	125 - 135	170 - 180	210 - 220
Об'ємна вага , г/см ³	1,37	1,46	1,46	1,46	1,49	Не вияв.	Не вияв.
Питома вага , г/см ³	2,66	2,72	2,70	2,72	2,71	»	»
Заг. пористість ,%	48,20	46,30	45,20	46,30	45,00	»	»
Вологість завядання , % від ваги ґрунту	6,10	8,80	11,70	11,80	12,50	»	»
Найменша вологоємність , % від ваги ґрунту	24,00	23,30	24,10	24,50	25,10	»	»
Діапазон активної вологи , мм	24,50	21,20	18,10	17,70	18,60	»	»
Аерація при найменшій вологоємності , % від обсягу ґрунту	15,60	12,30	10,70	10,50	7,80	»	»

Додаток Г'

Механічний склад ,% на абсолютно суху бескарбонатную наважку

Глибина відбору зразків , см	10 – 20	33 - 43	65-75	95 - 105	125 - 135	170 - 180	210 - 220
Фракції ,мм:							
1 - 0,25	8,45	4,33	1,93	2,16	3,43	27,34	32,11
0,25 - 0,05	12,26	11,80	0,23	17,94	4,75	33,34	31,91
0,05 - 0,01	46,44	46,79	46,29	32,08	43,32	14,46	9,37
0,01- 0,005	10,75	9,52	8,09	7,56	9,62	1,53	4,17
0,005 -0,001	5,17	8,42	9,13	8,69	6,31	3,26	2,24
<0,001	16,93	19,14	34,33	31,57	32,57	17,10	16,49
Сума <0,01	32,85	37,08	51,55	47,82	48,50	21,89	22,90
Втрати при обробці НСІ	Не вияв.	Не вияв.	Не вияв.	Не вияв.	Не вияв.	2,97	3,71

Додаток І

Валовий хімічний склад ґрунту.,% на прокалену наважку

Зміст окислів:							
SiO ₂	83,24	81,01	75,90	Не вияв.	77,09	Не вияв.	85,50
Fe ₂ O ₃	1,85	2,55	4,00	»	3,80	»	1,80
Al ₂ O ₃	7,42	9,05	11,55	»	10,90	»	5,92
CaO	0,98	1,19	1,40	»	1,26	»	2,52
MgO	0,59	0,56	0,84	»	0,97	»	0,40
Na ₂ O	0,81	0,89	0,78	»	0,84	»	0,48
SiO ₂ : R ₂ O ₃	14,70	12,90	9,15	»	9,99	»	20,40

Валовий хімічний склад мулистій фракції,% на прокалену наважку

Зміст окислів:							
SiO ₂	53,89	53,13	55,15	Не вияв.	52,80	Не вияв.	55,31
Fe ₂ O ₃	7,65	8,30	10,27	»	9,83	»	9,15
Al ₂ O ₃	18,07	19,00	19,98	»	20,52	»	20,64
CaO	0,14	0,20	0,13	»	0,13	»	0,28
MgO	1,82	1,78	1,73	»	1,73	»	1,46
Na ₂ O	0,16	0,16	0,16	»	0,16	»	0,16
K ₂ O	2,64	2,70	2,50	»	2,62	»	2,35
SiO ₂ : R ₂ O ₃	4,01	3,72	2,62	»	3,36	»	2,56

Додаток Д

Групування ґрунтів за ступенем кислотності та їх потреба у вапнування

Номер групи	Ступінь кислотності	Нормативні показники		Потреба у вапнуванні
		pH _{КСІ}	Нг,мг екв.на 100г	
1	Дуже сильнокислі	<4	>6	Ґрунти потребують першочергового вапнування в усіх зонах України і всіх типах сівозмін
2	Сильнокислі	4,1-4,5	5,1-6,0	Те саме
3	Середньокислі	4,6-5,0	4,1-5,0	Ґрунти потребують першочергового вапнування в зонах Полісся й Лісостепу. Середня потреба у вапнуванні ґрунтів Прикарпаття й Західного Лісостепу, слабка - у гірських районах Карпат. Першими вапнують овочеві та кормові сівозміни на супіщаних і суглинкових ґрунтах, середня потреба в польових сівозмінах на піщаних ґрунтах
4	Слабокислі	5 1-5,5	3,1-4,0	Середня потреба ґрунтів у вапнуванні в зонах Полісся й Лісостепу, слабка - у Передкарпатті, відсутня - в гірських ґрунтах потребують в районах Карпат. Велика потреба у супіщаних і суглинкових ґрунтах, особливо в сівозмінах з травами, кормових та овочевих. В останню чергу вапнують піщані та глинисто-піщані ґрунти
5	Близькі до нейтральних	5, 6-6,0	2,1-3,0	Вапнування необхідне в зоні Полісся на супіщаних, піщаних та глинисто-піщаних. Доцільне - на опідзолених ґрунтах Лісостепу. Вапнуються вибірково супіщані та суглинкові ґрунти в сівозмінах з вимогливими до вапна культурами
6	Нейтральні	>6	<2,0	Вапнування не потребують

Додаток Е

Поправкові коефіцієнти на гранулометричний склад

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

Значення показників обмінного калію (мг/кг) для культур

№ п/п	Група культур	Оптимальні значення мг/кг ґрунту			
		За методом Чирихова	За методом Кірсанова	За методом Мачигіна	За методом Маслової
1	Зернові	>110	>140	>250	>180
2	Технічні	>81 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 120-180)	>120(для цукрових буряків і соняшника, картоплі 170-250)	>201(для цукрових буряків і соняшника, картоплі 301-400)	>151(для цукрових буряків і соняшника, картоплі 201-300)
3	Кормові	>120	>170	>300	>200
Допустимі значення ґрунту, мг/кг					
№ п/п	Група культур	За методом Чирихова	За методом Кірсанова	За методом Мачигіна	За методом Маслової
1	Зернові	40-100	81-140	101-250	101-180
2	Технічні	41-81 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 71-120)	81-120 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 120-170)	101-200 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 201-300)	101-150 (для цукрових буряків і соняшника, картоплі 120-180)
3	Кормові	41-120	81-170	101-300	101-200

Додаток Ж

Характеристика обстежених земель за вмістом гумусу

Адміністративна одиниця (район)	Тур (роки) обстеження	Обстежена площа, тис. га	Середньозважений показник, %
Луцький	VIII (2000 р.)	34,21	1,73
Локачинський	VIII (2000 р.)	24,42	1,54
Рожищенський	VIII (2000 р.)	26,5	1,55
Володимир-Волинський	IX (2006 р.)	29,16	1,81
Іваничівський	IX (2006 р.)	28,52	1,55
Горохівський	IX (2006 р.)	43,68	1,83
Камінь-Каширський	IX (2007 р.)	18,44	1,63
Ковельський	IX (2007 р.)	37,23	1,54
Турійський	IX (2007 р.)	32,49	1,53
Любомльський	IX (2008 р.)	26,36	1,51
Шацький	IX (2008 р.)	7,45	1,51
Ратнівський	IX (2008 р.)	19,21	1,76
Старовижівський	IX (2008 р.)	24,83	1,56
Любешівський	IX (2009 р.)	14,81	1,48
Маневицький	IX (2009 р.)	28,51	1,56
Ківерцівський	IX (2009 р.)	39,62	1,4

Додаток 3

Агрохімічна характеристика обстежених земель за вмістом рухомого фосфору

Адміністративна одиниця(район)	Тур(роки) обстеження	Обстежена площа,тис.га	Середньозважений показник, мг/кг
Луцький	VIII (2000 р.)	34,21	139
Локачинський	VIII (2000 р.)	24,42	128
Рожищенський	VIII (2000 р.)	26,5	98
Володимир-Волинський	IX (2006 р.)	29,76	161
Іваничівський	IX (2006 р.)	28,987	258
Горохівський	IX (2006 р.)	44,16	132
Камінь-Каширський	IX (2007 р.)	26,85	94
Ковельський	IX (2007 р.)	41,63	109
Турійський	IX (2007 р.)	33,65	108
Любомльський	IX (2008 р.)	28,27	128
Шацький	IX (2008 р.)	11,57	108
Ратнівський	IX (2008 р.)	32,25	98
Старовижівський	IX (2008 р.)	30,26	105
Любешівський	IX (2009 р.)	22,95	87
Маневицький	IX (2009 р.)	32,3	94
Ківерцівський	IX (2009 р.)	40,41	114

Додаток И

Агрохімічна характеристика обстежених земель за вмістом обмінного калію

Адміністративна одиниця (район)	Тур (роки) обстеження	Обстежена площа, тис.га	Середньозважений показник, мг/кг
Луцький	VIII (2000 р.)	34,21	94
Локачинський	VIII (2000 р.)	24,42	106
Рожищенський	VIII (2000 р.)	26,5	83
Володимир-Волинський	IX (2006 р.)	29,76	107
Іваничівський	IX (2006 р.)	28,987	104
Горохівський	IX (2006 р.)	44,16	103
Камінь-Каширський	IX (2007 р.)	26,85	75
Ковельський	IX (2007 р.)	41,63	75
Турійський	IX (2007 р.)	33,65	84
Любомльський	IX (2008 р.)	28,27	87
Шацький	IX (2008 р.)	11,57	63
Ратнівський	IX (2008 р.)	32,25	75
Старовижівський	IX (2008 р.)	30,26	83
Любешівський	IX (2009 р.)	22,95	77
Маневицький	IX (2009 р.)	32,3	69
Ківерцівський	IX (2009 р.)	40,41	76

Додаток І

Агрохімічна характеристика обстежених земель за реакцією ґрунтового розчину

Адміністративна одиниця (район)	Тур(роки) обстеження	Обстежена площа, тис.га	Середньозважений показник рН
Луцький	VIII (2000 р.)	34,21	6,5
Локачинський	VIII (2000 р.)	24,42	6,2
Рожищенський	VIII (2000 р.)	26,5	6,3
Володимир-Волинський	IX (2006 р.)	29,76	6,4
Іваничівський	IX (2006 р.)	28,987	6,6
Горохівський	IX (2006 р.)	44,16	6,7
Камінь-Каширський	IX (2007 р.)	26,85	5,0
Ковельський	IX (2007 р.)	41,63	6,7
Турійський	IX (2007 р.)	33,65	7,2
Любомльський	IX (2008 р.)	28,27	6,2
Шацький	IX (2008 р.)	11,57	5,4
Ратнівський	IX (2008 р.)	32,25	5,3
Старовижівський	IX (2008 р.)	30,26	6,1
Любешівський	IX (2009 р.)	22,95	5,1
Маневицький	IX (2009 р.)	32,3	5,5
Ківерцівський	IX (2009 р.)	40,41	6,4