

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С. З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

Кафедра *екології та захисту довкілля*

допускається до захисту

«_____» _____ 2025 р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ

наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістр

(рівень вищої освіти)

на тему «Агроекологічний вплив застосування мінеральних добрив та
кальцієвих меліорантів на ґрунти Західного Лісостепу України
в умовах кліматичних змін»

Виконав студент групи Еко-61

спеціальності 101 «Екологія»

Бартиш Юрій Олегович

Керівник Андрій ДИДІВ

Консультант Лариса ГОРДІЙЧУК

Дубляни 2025

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології

Кафедра екології
 Рівень вищої освіти «Магістр»
 Галузь знань 10 «Природничі науки»
 Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
 (підпис)

к. б. н., доцент **Петро ХІРІВСЬКИЙ**
 наук. ступ., вч.зв. (ім'я та прізвище)

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Бартишу Юрію Олеговичу

1. Тема роботи: «Агроекологічний вплив застосування мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів на ґрунти Західного Лісостепу України в умовах кліматичних змін»

Керівник кваліфікаційної роботи: Дидів Андрій Ігорович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Затверджена наказом по університету від 31.12.2024р. № 906/к-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 02 грудня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, методика виконання досліджень, аналітичні матеріали та звіти, нормативні документи, природно-кліматичні умови.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Адаптаційні процеси в аграрному секторі в умовах кліматичних змін

1.2. Значення мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві

1.3. Екологічні ризики застосування мінеральних добрив

1.4. Масштаби поширення кислих ґрунтів в Україні та заходи їх нейтралізації

ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика ФГ Мелешка В. П

2.2. Агрокліматичні умови

2.3. Основні типи ґрунтів господарства

2.4. Схема та методи проведення досліджень

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів на агрохімічний стан ґрунту за вирощування буряка столового

3.2. Трансформація рухомості важких металів у ґрунті за внесення

мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів

3.3. Зміна ферментативної активності ґрунту за умов застосування мінеральних добрив та вапнування ґрунту

3.4. Біохімічний склад коренеплодів буряка столового за різного мінерального живлення на фоні вапнування ґрунту

3.5. Формування урожайності буряка столового залежно від застосування мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів

3.6. Агроекологічні заходи направлені на зменшення шкідливого впливу використання мінеральних добрив на навколишнє середовище

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1. Аналіз стану охорони праці у ФГ Мелешка В. П

4.2. Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки у ФГ Мелешка В. П.

4.3. Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій

Зробити висновки за результатами проведених досліджень

Сформувати список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) схеми, рисунки, світлини 10 рисунків

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3	Дидів А. І., доцент кафедри екології			
4	Гордійчук Л. М., доцент кафедри інженерної механіки			

7. Дата видачі завдання 14 травня 2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	14.05.24-27.03.25	
2	Написання розділу «Об'єкт, умови та методи дослідження»	28.03.25-11.10.25	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	12.10.25-17.11.25	
4	Написання розділу «Охорона праці та захист населення», формулювання висновків укладання списку літератури	18.11.25-02.12.25	

Студент Юрій БАРТИШ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи Андрій ДИДІВ
(підпис)

УДК 631.416:631.8:631.459:551.583(477.83)

Агроекологічний вплив застосування мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів на ґрунти Західного Лісостепу України в умовах кліматичних змін. Бартиш Ю. О. – Кафедра екології та захисту довкілля. – Дубляни, Львівський НУВМБ ім. С. З. Гжицького, 2025.

83 с. текст. част., 11 табл., 10 рис., 70 джерел.

В умовах ФГ Мелешка В. П. було проведено агроекологічну оцінку впливу мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів на дерново-підзолистий ґрунт за вирощування буряка столового в умовах кліматичних змін Передкарпаття.

Розглянуто адаптації сільського господарства до змін клімату, з'ясовано значення мінеральних добрив для сільського господарства та продовольчої безпеки України, означено екологічні наслідки застосування мінеральних добрив, висвітлено масштаби кислих ґрунтів в Україні, які потребують меліоративних заходів в умовах кліматичних трансформацій. Досліджено вплив різних мінеральних добрив на агрохімічні, мікробіологічні та екотоксикологічні показники дерново-підзолистого ґрунту за вирощування буряка столового, визначено вплив мінерального живлення на біохімічний склад коренеплодів буряка столового та його урожайність.

Запропоновано шляхи зменшення шкідливих впливів на навколишнє природне середовище від використання мінеральних добрив в умовах змін клімату. Розроблено питання охорони праці та захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1. Адаптаційні процеси в аграрному секторі в умовах кліматичних змін.....	9
1.2. Значення мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві.....	19
1.3. Екологічні ризики застосування мінеральних добрив.....	24
1.4. Масштаби поширення кислих ґрунтів в Україні та заходи їх нейтралізації.....	31
Розділ 2. ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	33
2.1. Загальна характеристика ФГ Мелешка В. П.....	33
2.2. Агрокліматичні умови.....	35
2.3. Основні типи ґрунтів господарства.....	38
2.4. Схема та методи проведення досліджень.....	40
Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	46
3.1. Вплив мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів на агрохімічний стан ґрунту за вирощування буряка столового.....	46
3.2. Трансформація рухомості важких металів у ґрунті за внесення мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів.....	49
3.3. Зміна ферментативної активності ґрунту за умов застосування мінеральних добрив та вапнування ґрунту.....	51
3.4. Біохімічний склад коренеплодів буряка столового за різного мінерального живлення на фоні вапнування ґрунту.....	54
3.5. Формування урожайності буряка столового залежно від застосування мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів.....	57
3.6. Агроекологічні заходи направлені на зменшення шкідливого впливу використання мінеральних добрив на навколишнє середовище.....	59
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	63
4.1. Аналіз стану охорони праці у ФГ Мелешка В. П.....	63
4.2. Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки.....	64
4.3. Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій.....	68
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73
ДОДАТКИ.....	79

ВСТУП

Актуальність теми. Мінеральні добрива належать до ключових чинників інтенсифікації рослинництва та забезпечення продовольчої безпеки, що зумовлено зростанням чисельності населення планети, яке вже перевищило 8 млрд осіб і має сталу тенденцію до подальшого збільшення. У світовому масштабі щорічні обсяги застосування мінеральних добрив становлять близько 300–400 млн тонн. Водночас застосування органічних добрив є суттєво нижчим, що зумовлено скороченням поголів'я великої рогатої худоби [2, 6, 44].

Сучасний етап розвитку людства характеризується посиленням проявів кліматичних змін, що виявляються у зростанні температури, частішанні посух, повеней, ураганів та інших екстремальних природних явищ. За таких умов сільське господарство змушене адаптуватися шляхом упровадження інноваційних технологій і вдосконалення агротехнічних прийомів, що зумовлює трансформацію систем мінерального живлення рослин. У цьому контексті особливої актуальності набуває агроекологічна оцінка застосування мінеральних добрив, визначення їх якості та ефективності. Вирішення цієї проблеми має глобальний характер і потребує досягнення балансу між забезпеченням продовольчої безпеки та збереженням довкілля [40, 66].

Мінеральні добрива забезпечують рослини необхідними елементами живлення, сприяючи їх росту, розвитку та підвищенню урожайності сільськогосподарських культур. За раціонального застосування вони компенсують виніс поживних речовин із ґрунту, підвищують його родючість і дають змогу цілеспрямовано регулювати процеси живлення рослин, забезпечуючи формування якісної та безпечної продукції [11, 16, 37].

Використання низькоякісних, високобаластних мінеральних добрив зумовлює необхідність розв'язання комплексної проблеми, що полягає, з одного боку, у забезпеченні сільського господарства України достатніми обсягами якісних мінеральних добрив, а з іншого — у запобіганні потенційним негативним наслідкам для довкілля, пов'язаним із застосуванням добрив з підвищеним вмістом баластних домішок у конкретних ґрунтово-кліматичних

умовах. Актуальність цієї проблеми суттєво зростає в умовах повномасштабної війни, кліматичних змін та необхідності адаптації аграрного виробництва до нових соціально-економічних і природних викликів [21, 52].

Серед численних показників родючості ґрунту одним із визначальних є рівень його кислотності. Формування кислих ґрунтів зумовлюється комплексом чинників, серед яких провідну роль відіграють ґрунтоутворна порода, кліматичні умови та антропогенний вплив. Нині в Україні спостерігається інтенсивний процес деградації земель, що проявляється у збідненні ґрунтів основами та підвищенні кислотності ґрунтового середовища, що, своєю чергою, призводить до зниження агрономічної ефективності їх використання й виникнення низки негативних екологічних наслідків. За таких умов актуалізується необхідність невідкладного впровадження заходів хімічної меліорації ґрунтів із використанням місцевих меліорантів [1, 3, 27].

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень було здійснити агроекологічну оцінку впливу мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів на дерново-підзолистий ґрунт за вирощування буряка столового в умовах кліматичних змін Передкарпаття.

Для реалізації поставленої мети в роботі було передбачено розв'язання таких **завдань**:

- проаналізувати сучасні напрями адаптації сільського господарства до умов кліматичних змін;
- обґрунтувати роль мінеральних добрив у розвитку сільського господарства та забезпеченні продовольчої безпеки України;
- охарактеризувати екологічні наслідки застосування мінеральних добрив;
- оцінити масштаби поширення кислих ґрунтів на території України;
- встановити вплив різних видів мінеральних добрив на агрохімічні показники дерново-підзолистого ґрунту за вирощування буряка столового;
- визначити рівень ферментативної активності ґрунту залежно від внесення різних мінеральних добрив;
- дослідити вплив мінеральних добрив на рухомість важких металів у

грунтового середовищі;

- проаналізувати вплив мінерального живлення на біохімічний склад коренеплодів буряка столового та показники його урожайності;

- розробити напрями зменшення негативного впливу застосування мінеральних добрив на довкілля в умовах кліматичних змін;

Об’єкт дослідження. Процеси формування врожаю та основних біохімічних показників коренеплодів буряка столового залежно від застосування різних видів мінеральних добрив на фоні внесення кальцієвих меліорантів, а також їх вплив на агрохімічні, мікробіологічні та токсикологічні параметри дерново-підзолистого ґрунту.

Предмет дослідження. Гібрид буряка столового Пабло F1 (голландської фірми Bejo Zaden). У всіх варіантах мінерального живлення застосовували кальцієві меліоранти. Мінеральні добрива: 1) Контроль – без добрив; 2) Нітроамофоска-М; 3) Аміачна селітра; 4) Суперфосфат простий; 5) Калімагnezія.

Методи дослідження. При проведенні дослідження використовували теоретичні методи: аналізу (співставлення, порівняння, класифікації, впорядкування, систематизації), синтезу, оптимізації. Польовий метод – для дослідження агроекологічної оцінки мінеральних добрив за впливом на ґрунтову систему. Лабораторні методи досліджень полягали у відборі рослинних зразків з наступним визначенням біохімічних показників в коренеплодах буряка столового та його урожайності, а також відборі ґрунтових зразків з наступним визначенням агрохімічних показників, рухомих форм важких металів, ферментативної активності ґрунту відповідно до затверджених методик з опрацюванням даних.

Структура та обсяг дипломної роботи. Логіка дослідження зумовила структуру магістерської роботи: вступ, 4 розділи, висновки, додатки, список використаних джерел із 70 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 83 сторінки.

Розділ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

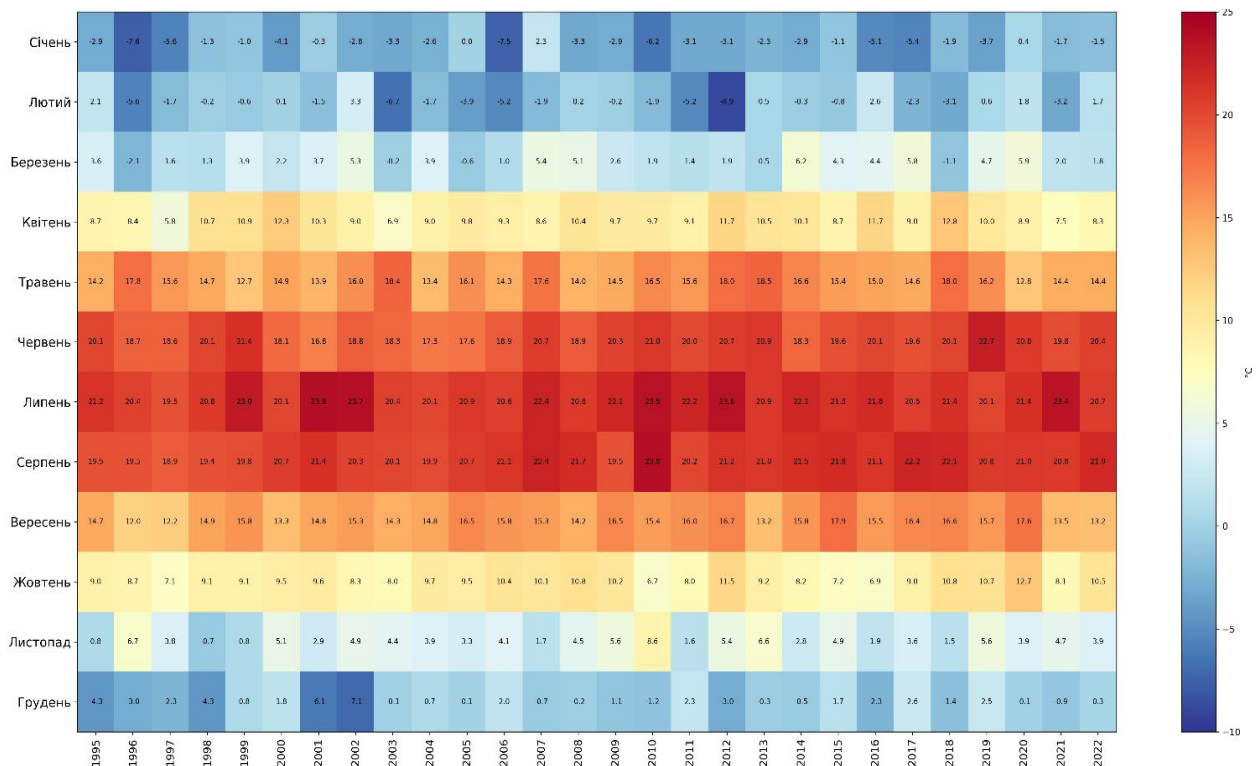
1.1. Адаптаційні процеси в аграрному секторі в умовах кліматичних трансформацій

Зміни клімату, що спостерігаються протягом останніх десятиліть, набули масштабного характеру та стали одним із ключових глобальних викликів сучасності, зокрема й для України. Відзначається зміщення кліматичних зон у північному та західному напрямках, зростання частоти й інтенсивності теплових хвиль і посушливих періодів, а також почастищення екстремальних метеорологічних явищ, які дедалі частіше фіксуються у нетипові сезони та в регіонах, що раніше не були для них характерними. Зазначені процеси є наслідком глобальної зміни клімату та мають істотний вплив на аграрне виробництво, стан ґрунтового покриву, лісових і водних екосистем, розвиток тваринництва та рибного господарства, а також інші сфери природокористування [65].

В Україні також спостерігається значне підвищення температури. Так, у 2019 та 2021 роках було зафіксоване рекордне перевищення [68]. Подібна тенденція збільшення температурних показників продовжується й до сьогодні, що дуже насторожує (табл. 1.1).

Розвиток сільського господарства перебуває у тісному взаємозв'язку з кліматичними змінами, насамперед із процесами глобального потепління. Підвищення температурного режиму супроводжується зниженням рівня ґрунтових вод, обмілінням річкових систем, зростанням мінералізації водних ресурсів, почастищенням весняних посушливих періодів, формуванням аномально теплих зим, а також скороченням річної суми атмосферних опадів, особливо в літній період вегетації сільськогосподарських культур. За таких умов аграрний сектор змушений адаптувати агротехнічні заходи та систему землеробства загалом, що, зокрема, зумовлює перегляд підходів до удобрення та живлення сільськогосподарських культур [66].

Таблиця 1.1. – Середньомісячне значення температури повітря в Україні, °C
(1995 – 2022 рр.)



Зміни клімату суттєво трансформують ґрунтово-кліматичні умови формування продуктивності сільськогосподарських культур. Ще на початку XXI століття для Львівської області не були характерними такі агротехнологічні рішення, як застосування краплинного зрошення в овочівництві, вирощування баштанних культур чи істотне розширення посівних площ соняшнику, а також загальне подовження вегетаційного періоду, що створює передумови для отримання двох урожаїв протягом року.

Натомість у сучасних умовах ці практики набули поширення серед більшості фермерських господарств і приватних агросадіб, що зумовлено зростанням нерівномірності атмосферних опадів та формуванням сталого дефіциту ґрунтової вологи впродовж останніх десятиліть. У відповідь на кліматичні виклики аграрний сектор демонструє адаптаційні зміни, зокрема переорієнтацію на вирощування посухостійких і теплолюбних культур із використанням краплинного зрошення та впровадження агротехнологій, адаптованих до конкретних агрокліматичних умов території [65].

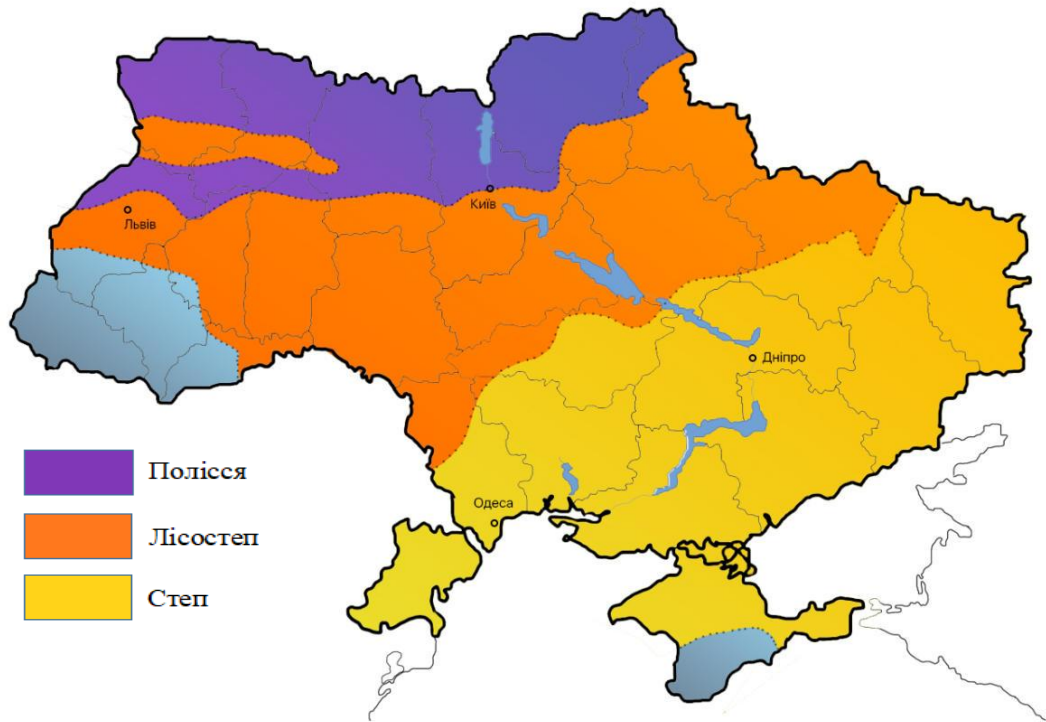
Зростання середньорічної температури повітря та збільшення сум активних температур зумовлюють поступове зміщення агрокліматичної зони Степу в північному напрямку, що створює загрозу істотної трансформації, а в перспективі — зникнення традиційних ознак зони Полісся. Встановлено, що підвищення температури повітря на 1 °C спричиняє зміщення меж агрокліматичних зон у середньому на 100 км. За сучасних кліматичних умов, коли середній температурний фон зріс орієнтовно на 2 °C, відбулося переміщення меж агрокліматичних зон на північ приблизно на 200 км, що істотно впливає на просторову організацію сільськогосподарського виробництва та природних екосистем (рис. 1.1.) [69].

Кліматичні зміни спричинили суттєві перетворення у сфері тваринництва, що виявляються у запровадженні нових видів сільськогосподарських тварин, селекції та поширенні порід, стійких до підвищених температур і теплового навантаження. Водночас активно впроваджуються посухостійкі кормові культури, здійснюється формування штучних пасовищ, а також розширюється використання таких культур, як сорго і тритикале, зокрема у птахівництві.

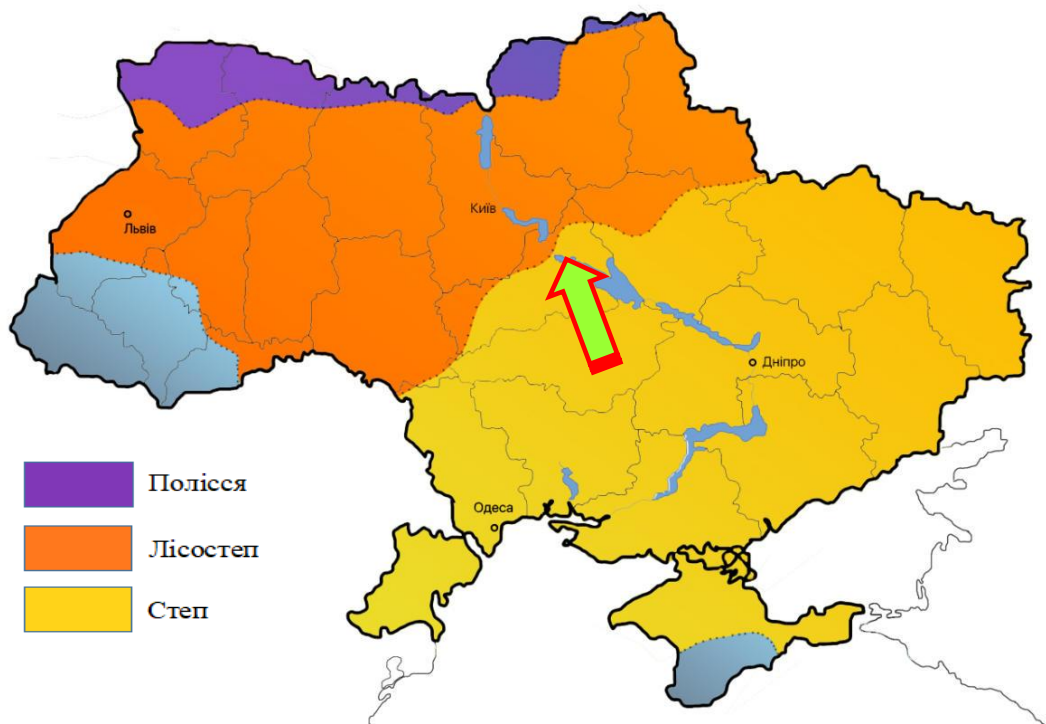
Слід зазначити, що значні обсяги споживання прісної води у тваринницькому виробництві та запровадження лімітів на її використання створюють економічні передумови для зростання собівартості й, відповідно, підвищення цін на продукцію цієї галузі [65].

Кліматолог Ед Хокінс з Університет Редінга (Велика Британія) ініціював створення онлайн-платформи під хештегом #ShowYourStripes, яка наочно демонструє динаміку кліматичних змін у глобальному масштабі за останнє століття, зокрема інтенсивність процесів глобального потепління.

Основою для формування візуальних матеріалів слугують дані Berkeley Earth — незалежної наукової організації, що спеціалізується на дослідженні змін клімату. Послідовність смуг холодних і теплих відтінків відображає різні кліматичні періоди та відповідає середньорічним показникам температури повітря [64]. З графіку прослідковується очевидне потепління в Україні за останні десятки років (рис. 1.2).



а) звичне розташування агрокліматичних зон України



б) зміщення на північ агрокліматичних зон України на 200 км

Рис. 1.1. Картографічне відображення просторового зміщення агрокліматичних зон території України внаслідок впливу глобального потепління

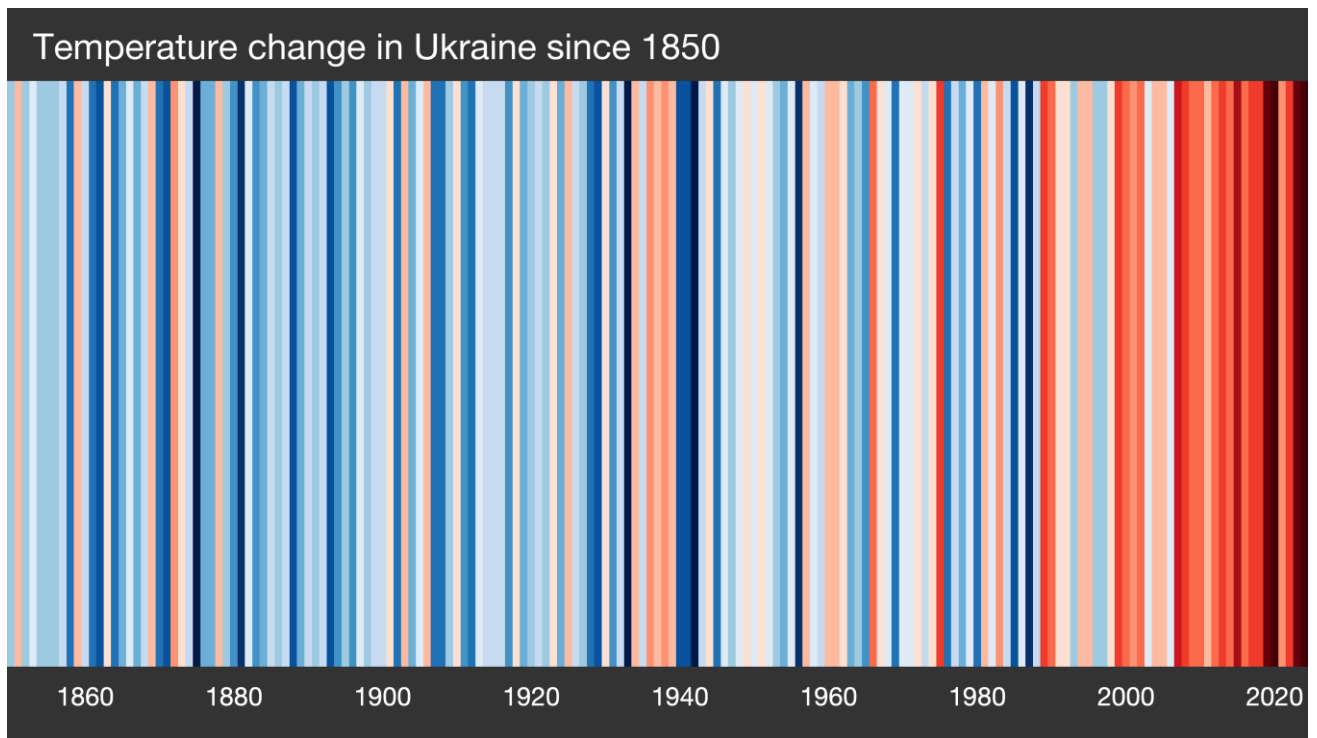


Рис. 1.2. Зміни середньорічних температур в Україні за
за період з 1850 до 2024 року [64]

Занепокоєння викликає той факт, що темпи кліматичних змін на території України приблизно у 1,5 раза перевищують середньосвітові показники, зокрема характерні для Північної півкулі. За спостереженнями метеорологів, ще близько трьох десятиліть тому в Херсонській області кількість посушливих днів становила в середньому 30–40 на рік, тоді як у сучасних умовах цей показник зріс до 60–70 днів. Аналогічні зміни фіксуються і в західних регіонах країни: для Львівської області раніше аномальною вважалася температура повітря понад $+32^{\circ}\text{C}$, що утримувалася протягом кількох днів, тоді як нині кількість таких спекотних днів у літній період досягає 10–20. Подібне підвищення температурного режиму свідчить про формування глибоких і потенційно незворотних кліматичних змін, які істотно впливають на розвиток туристичної індустрії та агропромислового комплексу. Кліматичні умови безпосередньо визначають інтенсивність і сезонність туристичних потоків, а також виступають природним чинником формування цінової політики в межах провідних туристичних регіонів України [23, 24, 25].

Сільське господарство є однією з найбільш кліматозалежних галузей, функціонування якої безпосередньо визначається температурним режимом,

кількістю та просторово-часовим розподілом атмосферних опадів, а також частотою екстремальних погодних явищ. Уже на сучасному етапі в багатьох регіонах Європи зміни середніх температурних показників і режиму зволоження істотно позначаються на рівні врожайності сільськогосподарських культур, обсягах виробництва, а також кількісних і якісних характеристиках аграрної продукції.

За оцінками експертів, у європейських країнах очікується подальше зростання частоти та інтенсивності екстремальних погодних і кліматичних явищ, що зумовлюватиме підвищення ризиків втрати врожаю та створюватиме додаткові загрози для тваринницької галузі, зокрема через поширення шкідників і погіршення умов утримання тварин на фермах. Водночас для регіонів Північної Європи прогнозується подовження вегетаційного періоду, що може сприяти покращенню умов вирощування окремих теплолюбних сільськогосподарських культур [65].

В Україні кліматичні зміни зумовлюватимуть комплексний вплив на сільське господарство, поєднуючи фізичні та соціально-економічні наслідки, інтенсивність і характер яких суттєво відрізнятимуться залежно від регіональних особливостей території (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Схематичне відображення каскадних ефектів

Джерело: FAO

Зміни середніх кліматичних параметрів, а також зростання частоти й інтенсивності екстремальних погодних і кліматичних явищ безпосередньо впливають на функціонування сільськогосподарського сектору, спричиняючи зниження врожайності та погіршення якісних характеристик аграрної продукції. Соціально-економічні наслідки кліматичних змін у сільському господарстві мають системний характер і поширюються на економіку загалом, зокрема відображаються на рівні цін на продовольство, доходах сільськогосподарських виробників та стані продовольчої безпеки. Враховуючи, що сільське господарство є однією з ключових галузей економіки України й формує близько 10 % валового внутрішнього продукту, оперативна та ефективна адаптація галузі до кліматичних викликів набуває вирішального значення для забезпечення економічної та соціальної стабільності держави.

Ґрунт є національним багатством, що передається у спадок майбутнім поколінням, і водночас базовою основою сільськогосподарського виробництва. Тому збереження його родючості та придатності для вирощування аграрних культур є одним із пріоритетних завдань сучасного розвитку. Здатність екосистем до стабільного функціонування визначає стійкість сільського господарства, а позитивні побічні ефекти виступають важливими критеріями під час обґрунтування адаптаційних заходів у галузі. За оцінками фахівців, понад 90 % світового виробництва продовольства прямо залежить від ґрунтових ресурсів, що підкреслює їхню ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки [66].

Ґрунт є обмеженим і практично невідновлюваним ресурсом, що відіграє ключову роль у кліматичній стабілізації. Кліматичні умови визначають процеси формування, розвитку та функціонування ґрунтів, а збереження їхньої цінності потребує переходу до стійких і органічних моделей землеробства. Раціональне використання ґрунтових ресурсів підвищує їхню адаптивність до кліматичних змін [26, 31].

Традиційні системи обробітку ґрунту сприяють підвищенню концентрації вуглекислого газу в атмосфері. В умовах орного землеробства ґрунти зазнають впливу комплексу кліматичних чинників, зокрема підвищення температури, що

активізує біологічні процеси, посилює мінералізацію гумусу та зумовлює зростання викидів вуглецю за незмінного водозабезпечення, а також підвищує ризик висихання поверхні й вітрової ерозії, особливо на легких ґрунтах, із втратою родючого верхнього горизонту. Посилення інтенсивних опадів спричиняє водну ерозію та вимивання дрібнодисперсних часток, відповідальних за родючість, із подальшим їх накопиченням у зонах уповільненого стоку. Додатково зростає небезпека замулення нестійких, зокрема лесових, ґрунтів унаслідок зниження інфільтраційної здатності та посилення поверхневого стоку, а також ризик ущільнення ґрунту через використання важкої техніки в несприятливих умовах і скорочення періодів оптимального обробітку. Скорочення або відсутність морозних періодів зменшує ефект природного фізичного розпушування ґрунту та погіршує його структурний стан [66].

Об'єднане товариство фермерів Німеччини запропонувало комплекс стратегічних підходів до адаптації ґрунтів з урахуванням кліматичних чинників:

- формування біологічно активного та структурно стабільного верхнього шару ґрунту з належним зв'язком із підорним горизонтом; застосування мульчування або прямого висіву для зменшення ерозії та накопичення гумусу з високою водоутримувальною здатністю;

- удосконалення структури ґрунту в системі сівозмін, що сприяє підвищенню пористості, коренеосвоєнню та покращенню аераційного режиму;

- використання в сівозмінах культур зі стрижневою кореневою системою, здатною проникати в ущільнені шари ґрунту, з метою формування порового простору та активізації ґрунтової біоти;

- запобігання ущільненню ґрунту шляхом оптимізації руху сільськогосподарської техніки та вибору відповідних технологій обробітку;

- визначення орієнтовного вмісту гумусу в орних ґрунтах і впровадження програм моніторингу для оцінювання впливу агротехнічних заходів і кліматичних чинників на його динаміку та родючість;

- впровадження польового проєктування, орієнтованого на збереження ґрунтових ресурсів;

- попередження застою води на незасіяних ділянках з урахуванням місцевих умов шляхом застосування функціонального дренажу та озеленення;
- зменшення ерозійних процесів через поділ полів, створення захисних і буферних смуг, а також формування зелених насаджень [27].

У зв'язку з цим актуалізується необхідність трансформації традиційних підходів до обробітку ґрунту, що в перспективі забезпечуватиме економічні переваги. Європейські країни вже тривалий час застосовують практики органічного землеробства, які сформувалися як сталий позитивний тренд. Україна має потенціал для адаптації цього досвіду шляхом переходу до моделей сталого сільського господарства, з урахуванням сучасних кліматичних викликів та розширення площ органічного виробництва.

Органічне сільське господарство ґрунтується на принципах стійкого циклічного мислення, зокрема на накопиченні гумусу та впровадженні різноманітних сівозмін. Застосування ґрунтозахисних методів обробітку підвищує стійкість ґрунтів до зовнішніх впливів, запобігає їх ущільненню та посилює функцію депонування вуглецю, що сприяє пом'якшенню кліматичних змін [3, 16, 47].

В умовах кліматичних змін упровадження нових сільськогосподарських культур може суттєво сприяти поліпшенню структурного стану ґрунтів. Фахівці Інституту садівництва HBLFA (Тіроль) рекомендують апробувати перспективні культури, здатні позитивно впливати на ґрунтові властивості. Зокрема, бобові культури відіграють важливу роль в органічному землеробстві, оскільки беруть участь у перерозподілі поживних елементів у сівозмінах, покращують структуру ґрунту та в подальшому можуть використовуватися як кормова база для тваринництва [65].

Кліматичні зміни зумовлюватимуть зростання тривалості та інтенсивності літніх посушливих періодів, у зв'язку з чим окремі дослідники обґрунтовують доцільність упровадження нових сільськогосподарських культур, зокрема сочевиці та батату. Оскільки основні фази росту й розвитку більшості агрокультур припадають на період від весни до осені, значна частина рослин є

чутливою до екстремальних температур. З огляду на істотні коливання врожайності в останні роки, особливо серед літніх зернобобових культур, наукова увага дедалі більше зосереджується на потенціалі озимих культур.

На сучасному етапі українські сільськогосподарські виробники мають можливість скорочувати викиди парникових газів та підвищувати адаптивність агровиробництва до кліматичних змін. До основних рекомендацій у цьому контексті належать:

- впровадження виробництва й використання відновлюваних джерел енергії у господарствах (вітрової, сонячної, біоенергетики, біогазу, малих гідроелектростанцій);
- застосування енергоефективних систем опалення та освітлення виробничих і господарських будівель;
- зменшення споживання палива сільськогосподарською технікою шляхом упровадження енергозберігаючих технологій;
- запобігання залишенню оголеного ґрунту після збирання врожаю через вирощування покривних культур і рослин, що утримують біогенні елементи;
- включення багаторічних трав до структури сівозмін;
- обмеження інтенсивної оранки та використання торф'яних ґрунтів під природні луки і болота з метою зниження викидів парникових газів;
- раціональне застосування мінеральних добрив з урахуванням оптимальних строків і норм, доступних для засвоєння культурами;
- удосконалення системи поводження з гноєм (зберігання, внесення протягом вегетації, негайне загортання в ґрунт) для зменшення втрат біогенів;
- протидія водній ерозії шляхом створення протиерозійних насаджень і впровадження сидеральних культур, зокрема бобових і злакових, у сівозмінах;
- використання ґрунтопокривних культур (редька, гірчиця), які зменшують поширення шкідників і патогенів, покращують структуру ґрунту та знижують ерозійні процеси;
- застосування системи нульового обробітку ґрунту (No-Till) та інших відновлювальних агропрактик;

- диверсифікація структури посівів для підвищення родючості ґрунтів і стабільності економічних результатів виробництва;
- збереження й розвиток агролісомеліоративних насаджень на територіях господарств [66].

Адаптація сільського господарства є одним із ключових завдань як на локальному, так і на глобальному рівнях. Адаптаційні заходи в аграрному секторі мають враховувати регіональну специфіку природно-кліматичних умов України та розроблятися як окремі стратегічні рішення для кожного аграрного регіону [65]. У європейських країнах спостерігається поступове скорочення традиційних моделей агровиробництва та перехід до сталого й органічного сільського господарства, більш пристосованого до сучасних кліматичних викликів. Водночас слід наголосити, що збереження здорового ґрунту є фундаментальною передумовою сталого розвитку аграрної сфери та забезпечення продовольчої безпеки.

1.2. Значення мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві

Для забезпечення позитивного балансу поживних речовин у ґрунті та запобігання його деградації необхідним є систематичне внесення добрив. З огляду на обмежені перспективи виробництва органічних добрив унаслідок скорочення поголів'я великої рогатої худоби та переходу тваринництва на інтенсивні технології, важливого значення набуває повернення органічної речовини в ґрунт у формі побічної продукції рослинництва, зокрема соломи та гички, а також широке застосування зелених добрив — сидератів [6].

Провідним джерелом відновлення поживних елементів у ґрунті залишаються мінеральні добрива, які є основою інтенсивних технологій і рентабельного агровиробництва. Їх частка у структурі технологічних витрат може сягати 50 %, що зумовлює необхідність науково обґрунтованого використання як базового елементу агротехнологій, із яким у тісному взаємозв'язку формуються всі інші складові [27].

Більшість мінеральних добрив виготовляють із солей природного походження, склад яких варіює залежно від родовищ, а також з атмосферного азоту. До них належать суперфосфати, калійні солі, сульфати, нітрати та фосфати амонію. Водночас для повноцінного росту й розвитку рослин необхідна участь до 60 хімічних елементів [7, 17].

Клітковину на 90 % утворюють С, О, і Н, 8-9 %- N, Р, К, Mg, Ca, S; 1-2 %- Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Co та інші. Основну масу С, О₂, і Н₂, рослин беруть з повітря і води, решту елементів живлення рослини використовують з ґрунтового середовища [37]. Схематичне відображення піраміди живлення рослин (рис. 1.4).

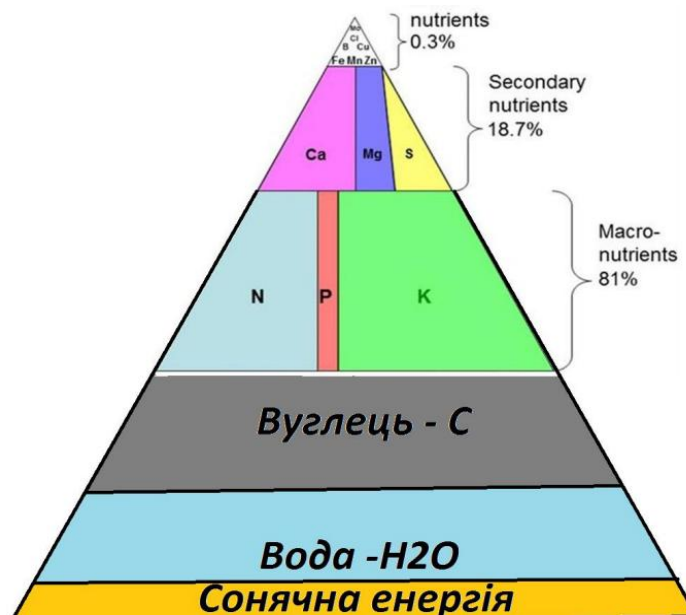


Рис. 1.4. Піраміда живлення рослин

Особливо вагоме значення у живленні рослин має нітроген, який входить до складу білків — базових структурних і функціональних компонентів клітини, зокрема протоплазми та ядра. Він також є складовою хлорофілу, що забезпечує процес фотосинтезу, засвоєння карбону з CO₂ та акумулювання сонячної енергії [11, 44].

Сполуки фосфору виконують ключову функцію в енергетичному обміні, дихальних і репродуктивних процесах рослин, входячи до складу ферментів, вітамінів і нуклеопротейнів, які беруть участь у формуванні хромосом і передачі генетичної інформації. Повноцінне фосфорне живлення сприяє підвищенню якості насіння, стійкості рослин до низьких температур і посухи, а також

збільшенню вмісту крохмалю в картоплі та сахарози в коренеплодах буряків [5, 8]

Калій є одним із провідних елементів мінерального живлення, що істотно впливає на врожайність і якість сільськогосподарських культур, беручи участь у синтезі білків і взаємодіючи з азотом і фосфором. У поєднанні з магнієм він підвищує морозо- та посухостійкість рослин, їхню резистентність до хвороб, що в умовах кліматичних змін зменшує потребу в застосуванні фунгіцидів [1, 32].

Норми внесення мінеральних добрив у розрахунку на 1 га посівної площі в аграрній практиці варіюють у широких межах: азотні — від 30 до 300 кг д. р. (N_2), фосфорні — від 45 до 200 кг д. р. (P_2O_5), калійні — від 40 до 250 кг д. р. (K_2O). За умов збалансованого застосування азоту, фосфору та калію у науково обґрунтованих дозах урожайність сільськогосподарських культур зростає у 1,3–3,2 рази. Внесення добрив сприяє не лише підвищенню врожаю, а й поліпшенню якості продукції, зокрема збільшенню вмісту білка в зерні, крохмалю в картоплі, цукрів у буряках і винограді, підвищенню міцності волокон технічних культур та стійкості рослин до морозів і посухи [5, 15].

Ефективність добрив і приріст урожайності залежать від типу ґрунтів, кліматичних умов, якості добрив та рівня агротехніки (табл. 1.2).

Таблиця 1.2. – Зростання врожайності сільськогосподарських культур за умов внесення в ґрунт азотних, фосфорних і калійних добрив

Культура	Приріст урожаю (ц), за внесення 1 т		
	N_2	P_2O_5	K_2O
Бавовна-сирець	10–14	5–6	2
Цукровий буряк	120–160	50–55	40–50
Картопля	100–150	40–80	40–60
Пшениця	12–15	7–8	3–4

Водночас перевищення оптимальних норм їх внесення може призводити до зниження якості продукції та негативного впливу на довкілля, що зумовлює необхідність дотримання рекомендованих доз [16, 38, 40]. З огляду на різноманіття ґрунтово-кліматичних умов і спектр вирощуваних культур в Україні, потреба аграрного сектору полягає не лише у значних обсягах добрив, а

й у широкому асортименті їх видів і форм [32, 52].

Попри певні позитивні зрушення, що відзначаються останніми роками, рівень застосування мінеральних добрив у вітчизняному сільському господарстві залишається відносно низьким. Це підтверджується порівнянням фактичної практики з науково обґрунтованими рекомендаціями фахівців, а також із середніми показниками, характерними для економічно розвинених країн.

Згідно з результатами аналізу даних ФАО ООН, у більшості країн світу обсяги внесення мінеральних добрив є значно вищими [56]. Найвищі показники зафіксовано в Нідерландах, де середній рівень становить 258 кг д. р. на 1 га сільськогосподарських угідь; у Великобританії — 247 кг, Ізраїлі — 240 кг, Німеччині — 202 кг, Польщі — 176 кг, Франції — 169 кг, Чехії — 153 кг, США — 137 кг, Італії — 129 кг, Угорщині — 118 кг та Туреччині — 107 кг у перерахунку на 100 % основних поживних речовин (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Показники застосування мінеральних добрив у сільському господарстві окремих країн світу

Джерело. Розраховано за відкритими даними ФАО ООН

Слід зазначити, що комплексні мінеральні добрива, які містять дві або більше поживних речовин у збалансованих співвідношеннях, нині є найбільш поширеними та економічно доцільними. Їх застосування дає змогу уникнути роздільного внесення окремих видів добрив, що суттєво знижує витрати на основні системи удобрення [54, 55].

Фосфорні добрива відіграють ключову роль у стимулюванні росту та формуванні потужної кореневої системи, а також сприяють підвищенню маси плодів і загальної врожайності. За умов дефіциту фосфору у рослин сповільнюються ростові процеси, знижується якість продукції, погіршуються товарні характеристики плодів і ускладнюється формування зерна польових культур. Важливо зазначити, що, на відміну від інших елементів живлення, фосфор практично не має альтернативних природних джерел надходження в ґрунт, окрім внесення добрив [8, 43].

Калійні добрива мають визначальне значення для підвищення стійкості рослин до несприятливих чинників довкілля, зокрема низьких температур і фітопатогенів. Калій сприяє формуванню глибокої та міцної кореневої системи, підтримує фотосинтетичні процеси, підвищує адаптивність рослин за дефіциту інших елементів живлення та знижує ризик розвитку хвороб, забезпечуючи загальну стійкість культур до кліматичних викликів і грибкових уражень [1, 6, 11].

Азотні добрива активізують ріст листової маси та надземних органів рослин. Їх основне внесення здійснюють навесні, тоді як осіннє застосування частини дози може мати пролонгований позитивний ефект. Недостатнє азотне живлення знижує стійкість рослин до хвороб і врожайність, тоді як надлишок призводить до надмірного розвитку вегетативної маси та пригнічення формування продуктивних органів [4, 5, 38].

Мікродобрива забезпечують рослини необхідними мікроелементами, що є критично важливими для їхнього росту й розвитку. В умовах інтенсифікації агровиробництва та поступового виснаження ґрунтів потреба в їх застосуванні зростає, особливо з огляду на підвищення вимог до якості сільськогосподарської продукції [6, 7, 37].

Україна належить до провідних виробників мінеральних добрив у Європі: у 2021 р. обсяг їх виробництва становив 4,75 млн т, що відповідало близько 2 % світового показника, однак у 2022 р. внаслідок воєнних дій ринок зазнав істотного скорочення [56].

Мінеральні добрива й надалі відіграють важливу роль у діяльності багатьох аграрних підприємств, залишаючись ключовим чинником формування

високопродуктивного агровиробництва, забезпечення балансу поживних речовин у ґрунті та підвищення врожайності культур. З агроекологічних позицій доцільним є їх поєднане застосування з органічними добривами, які сприяють відновленню вуглецевого балансу ґрунту, формуванню гумусних сполук і забезпечують енергетичну основу для ґрунтової мікробіоти [21, 33, 38, 40].

Отже, використання мінеральних добрив підвищує врожайність, поліпшує якість продукції та посилює стійкість рослин до несприятливих кліматичних умов, водночас частково компенсуючи винесення поживних елементів урожаєм і зменшуючи їх втрати внаслідок вимивання. Водночас їх застосування має ґрунтуватися на науково обґрунтованих і раціональних підходах.

1.3. Екологічні ризики застосування мінеральних добрив

Екологічно небезпечним є прагнення до отримання надвисоких урожаїв за інтенсивних технологій, що передбачають надмірні норми мінеральних добрив, унаслідок чого вони перестають виконувати роль лімітуючого чинника. Подальше зростання врожайності, відповідно до закону мінімуму Лібіха, визначається елементом живлення, який перебуває в дефіциті. Навіть незначна нестача окремих мікроелементів може обмежувати засвоєння інших поживних речовин і стримувати підвищення врожайності за високого рівня забезпечення NPK. Водночас за надлишкових норм азоту, фосфору та калію істотно зростають інтенсивність, тривалість і обсяги засвоєння мікроелементів [1, 2].

Мікроелементи є незамінними складовими живлення рослин, тому за внесення підвищених норм мінеральних добрив частина NPK може не засвоюватися культурами, втрачатися шляхом вимивання та спричиняти забруднення довкілля. У зв'язку з цим ефективне засвоєння елементів живлення потребує раціонального застосування мінеральних добрив із урахуванням співвідношення макро- і мікроелементів у поєднанні з органічними добривами, а за необхідності — проведення вапнування ґрунтів, що сприяє підвищенню врожайності й якості продукції та зменшенню негативного впливу інтенсивних агротехнологій на навколишнє середовище [10, 36, 40, 46].

Починаючи з кінця XVIII століття світове сільськогосподарське виробництво зазнало суттєвої інтенсифікації, що стало можливим завдяки впровадженню високопродуктивних сортів і гібридів, розвитку зрошення, механізації, систем захисту рослин із використанням пестицидів та широкому застосуванню мінеральних добрив для стимулювання ростових процесів. За останні десятиліття обсяги використання агрохімікатів істотно зросли, що, поряд із підвищенням продуктивності агросфери, спричинило посилення антропогенного навантаження на довкілля [2, 7, 14, 16].

Слід зазначити, що всі мінеральні добрива є хімічними сполуками екзогенного походження. За складом їх поділяють на прості, які містять один основний поживний елемент, і складні, до складу яких входять дві або більше поживних речовин. До простих мінеральних добрив належать азотні, фосфорні, калійні, магнеєві, сірковмісні та інші. Комплексні добрива класифікують на комплексні, комплексно-змішані та змішані, а за характером впливу на ґрунт і рослини — на фізіологічно та біологічно кислі, фізіологічно й хімічно лужні та фізіологічно нейтральні. Добрива з підвищеним вмістом діючої речовини зазвичай характеризуються нижчим рівнем домішок, що сприяє зменшенню ризику забруднення агроєкосистем [43, 44].

Класифікація мінеральних добрив за рівнем потенційної небезпеки ґрунтується на сукупності показників, що відображають їх вплив на екотоксикологічні, агрохімічні та гідрохімічні характеристики агроєкосистем. Відповідно до встановлених критеріїв і рекомендацій ВООЗ щодо поділу хімічних речовин, мінеральні добрива розподіляють на чотири класи небезпечності: I — високонебезпечні, II — небезпечні, III — помірно небезпечні та IV — малонебезпечні. Межі показників для кожного класу визначаються чинними національними й міжнародними нормативними документами [16, 21] (табл. 1.3).

Запроваджена система класифікації мінеральних добрив забезпечує можливість їх комплексної агроєкологічної оцінки, сприяє своєчасному виявленню потенційних негативних ефектів та дозволяє вводити обмеження щодо застосування добрив, які не відповідають установленим екологічним вимогам агровиробництва [44].

Таблиця 1.3. – Класифікація мінеральних добрив за показниками впливу на ґрунтову систему

Критерій	Клас небезпечності			
	I	II	III	IV
Перевищення фонового вмісту (елементи I – II класу небезпечності), кратність	>6	5-6	3-4	<2
Перевищення ГДК (елементи I – II класу небезпечності, рухомі форми), кратність	> 10,0	2,1-10,0	1,1-2,0	< 1,0
Час досягнення критичної концентрації – Тк, роки	< 10	10-30	31-100	> 100
підвищення кислотності на одиниці рН	>2,5	2,5-1,0	0,9-0,5	< 0,5
підвищення лужності на одиниці рН	> 1,3	1,3-0,8	0,7-0,3	< 0,3
рНКСІ, підвищення на одиниці рН	> 1,5	1,5-1,0	0,9-0,5	< 0,5
гідролітична кислотність підвищення на мг-екв/100 г ґрунту	>4,0	4,0-2,0	1,9-1,0	< 1,0
Активність радіальної міграції				
Кс, кратність	>5,0	3,0-5,0	1,1-2,9	< 1,0
швидкість, см/3 міс,	>50	50-21	20-10	<10
Вплив на біологічну активність ґрунту				
зниження чисельності (активності),%	51-100	26-50	10-25	< 10
час відновлення, міс	>6	3-6	1-2	< 1

Негативні наслідки використання мінеральних добрив виникають переважно внаслідок порушення науково обґрунтованих принципів їх виробництва, зберігання, транспортування та внесення. Зокрема, тривале застосування фізіологічно кислих добрив, передусім азотних, може зумовлювати підвищення кислотності ґрунтів (табл. 1.4).

Таблиця 1.4. – Загальна характеристика мінеральних азотних добрив

Добриво	Хімічний склад	Вміст азоту, %	Форма азоту	Вплив на ґрунт	Гігроскопічність
Натрієва селітра	NaNO_3	Не менше 16	Нітратна	Підлужування	Слабка
Аміачна селітра	NH_4NO_3	34	Нітратна, амонійна	Підкислення	Дуже сильна
Кальцієва селітра	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Не менше 17,5	Нітратна	Підлужування	Дуже сильна
Аміак рідкий		82	Амонійна	Підкислення	Дуже сильна

Систематичне використання добрив однієї групи також сприяє накопиченню в ґрунті аніонних залишків, зокрема сульфатів і хлоридів, що

призводить до процесів засолення. Зазначені явища свідчать про значно ширший спектр негативних наслідків нераціонального застосування мінеральних добрив, ніж безпосередній вплив на навколишнє середовище [7, 14].

За сучасних технологій застосування мінеральних добрив у середньому близько 50 % діючих речовин засвоюється рослинами, тоді як решта мігрує за межі орного шару, зумовлюючи забруднення довкілля, насамперед поверхневих водних об'єктів. Масштаби та характер цих процесів залежать від виду мінеральних добрив, що використовуються [2, 6].

Фосфорні добрива характеризуються відносно низьким рівнем екологічної небезпеки через обмежену мобільність фосфору в природному середовищі. Водночас їх внесення на ранніх етапах вегетації, зокрема на мерзлих ґрунтах, підвищує ризик надходження фосфору до водойм унаслідок ерозійних процесів. Це може спричиняти масовий розвиток фітопланктону («цвітіння» води), евтрофікацію та формування анаеробних зон із накопиченням сірководню [3] (табл. 1.5).

Таблиця 1.5. – Загальна характеристика мінеральних фосфорних добрив

Добриво	Хімічний склад	Форма фосфорної кислоти	Вплив на ґрунт
Суперфосфат простий гранульований	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	Водорозчинна	Підкислює
Суперфосфат подвійний гранульований	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$	Водорозчинна	Підкислює
Преципітат	$\text{CaHPO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$	Розчиняється в лимонно-кислому амонії	Слабко нейтралізує кислотність

Окрім цього, фосфорні добрива є одним із джерел надходження в агроєкосистеми сполук важких металів і радіонуклідів. З огляду на варіабельність їх вмісту у фосфатній сировині різних родовищ, застосування таких добрив потребує постійного агрохімічного й екологічного контролю [8, 26, 30, 34].

Класифікація, запропонована В. Патином і Н. Макаренком, передбачає розподіл мінеральних добрив за характером їх впливу на ґрунтову систему [2] і

виокремлює такі типи дії:

– пряма (директивна) дія, що зумовлена наявністю токсичних домішок у складі мінеральних добрив; найбільшу екологічну небезпеку становлять важкі метали, галогени, радіонукліди тощо, при цьому до цієї групи переважно відносять фосфорні добрива;

– непряма (індирективна) дія, яка пов'язана з фізико-хімічними властивостями добрив і проявляється через їх хімічні, фізіологічні та біологічні кислотно-лужні характеристики, що впливають на ґрунтовий комплекс. Такі добрива змінюють реакцію ґрунтового розчину, інтенсивність синтезу й розпаду гумусових сполук, а також активність біохімічних і мікробіологічних процесів;

– унаслідок цього відбувається трансформація рухливості біогенних елементів і токсикантів, що може активізувати міграційні процеси в системах «добриво – ґрунт – рослина» та «добриво – ґрунт – природна вода». Характерним прикладом такої дії є азотні добрива, які здебільшого належать до фізіологічно кислих або лужних.

Слід зазначити, що наведений поділ має умовний характер. Зокрема, фосфорні добрива також здатні впливати на реакцію ґрунтового розчину, однак меншою мірою, ніж азотні, тоді як азотні добрива можуть містити токсичні елементи, але зазвичай у нижчих концентраціях, ніж фосфорні. Відповідно до цієї класифікації більшість калійних і комплексних добрив займає проміжне положення за характером впливу на ґрунтову систему.

Вплив мінеральних добрив на кислотно-лужний стан ґрунтів має виражену специфіку. Сучасні агрохімічні дослідження переконливо засвідчують, що їх застосування зумовлює трансформацію кислотно-основних властивостей ґрунтів. Провідним чинником негативного впливу є біологічне окиснення азоту з утворенням кислот (зокрема, за внесення сульфату амонію — HNO_3 і H_2SO_4), які в ґрунті нейтралізуються шляхом взаємодії з бікарбонатами ґрунтового розчину та катіонами вбирного комплексу [6, 37].

З часом у ґрунтовому вбирному комплексі поряд з іонами H^+ з'являється обмінний Al^{3+} , що є токсичним для більшості рослин. Уже за концентрації алюмінію в ґрунтовому розчині близько 2 мг/л спостерігається різке пригнічення розвитку

кореневої системи та порушення вуглецевого, азотного і фосфорного обміну, а вищі концентрації призводять до значного зниження врожайності зернових культур і навіть їх загибелі [11].

Зростання кислотності ґрунтового розчину істотно впливає на рухомість багатьох хімічних елементів, у тому числі токсичних і радіоактивних, активізуючи їх надходження в рослини та міграцію ґрунтовим профілем [38]. У кислих ґрунтах ($\text{pH} < 6,5$) значно підвищується рухомість Zn, Mn, Cu, Fe, Co, B та інших елементів. Таким чином, вплив мінеральних добрив на геохімічні властивості ґрунтів проявляється передусім у зміні міграційної здатності важких металів: зниження pH на 1,8–2,0 одиниці збільшує рухомість Zn у 3,8–5,4 рази, Cd — у 4–8, Pb — у 3–6 та Cu — у 2–3 рази [3, 30, 34].

Серед традиційних мінеральних добрив найбільш виражений вплив на кисло-основні властивості ґрунту мають азотні, які характеризуються високою реакційною здатністю. Залежно від хімічної форми вони можуть зумовлювати як підкислення, так і підлуження ґрунтового розчину. До добрив, що сприяють підкисленню, належать аміачна селітра (NH_4NO_3), рідкий і водний аміак (NH_3 , NH_4OH), сульфат амонію ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), сульфат амонію-натрію ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$), хлористий амоній (NH_4Cl) та сечовина ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). Підлужувальну дію виявляють натрієва селітра (NaNO_3) і кальцієва селітра ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) [4, 7, 14].

Калійні й фосфорні добрива також впливають на кисло-основний стан ґрунтів, проте менш інтенсивно. Серед калійних добрив найбільший ефект має калімагnezія ($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$), далі — сульфат калію (K_2SO_4) і хлористий калій (KCl). Калійні добрива, що містять сульфат-іон (SO_4^{2-}), сприяють підвищенню розчинності алюмінію, а обмінна кислотність у таких випадках зумовлена його вмістом. Фосфорні добрива загалом незначно змінюють кисло-основні властивості ґрунтів: вони можуть викликати слабе підкислення (суперфосфати) або частково знижувати кислотність (преципітат, мартенівський шлам, знефторений фосфат, фосфоритне борошно) [40, 44].

У результаті багаторічних досліджень накопичено дані, які свідчать, що систематичне застосування мінеральних добрив супроводжується тенденцією до

зростання валового вмісту важких металів, на тлі чого відбувається істотне підвищення частки їх рухомих форм у ґрунті. Зокрема, встановлено, що тривале, понад 60 років, використання баластних і концентрованих мінеральних добрив на дерново-підзолистих ґрунтах зумовило накопичення рухомих сполук Cd, Mn та Mo [2, 9, 30].

Фосфоровмісні мінеральні добрива також можуть сприяти зростанню вмісту природно радіоактивних елементів у ґрунтах сільськогосподарського призначення. Так, внесення простого суперфосфату забезпечує надходження значних кількостей стабільного стронцію, що передусім пов'язано з геохімічними особливостями родовищ фосфатної сировини та природним рівнем концентрації радіоіотопів [3, 21].

Поряд із забрудненням водних об'єктів токсичними елементами та сполуками суттєве значення має вплив мінеральних добрив на розвиток процесів евтрофікації. Надходження біогенних елементів із поверхневим стоком мінеральних добрив сприяє інтенсифікації евтрофікаційних явищ, найбільш поширеним проявом яких є «цвітіння» води. За даними досліджень, початок евтрофікації водойм спостерігається за концентрації азоту у воді на рівні 0,2–0,3 мг/л та фосфору — 0,01–0,02 мг/л [9, 20, 26].

Мінеральні добрива суттєво впливають на гігієнічні показники сільськогосподарської продукції. Численні дослідження підтверджують наявність прямого зв'язку між застосуванням азотних добрив і накопиченням підвищених концентрацій нітратів у рослинній продукції, що негативно позначається на її якості [12].

До основних негативних наслідків застосування мінеральних добрив належать забруднення орного шару ґрунту потенційно небезпечними речовинами, зокрема важкими металами, галогенами та радіонуклідами, зміна його кислотно-лужних властивостей, вплив на біологічну активність ґрунтового середовища, а також посилення міграції токсичних і біогенних елементів у горизонтальному та вертикальному напрямках. Зазначені трансформації ґрунту зумовлюють порушення функціонування суміжних компонентів агроєкосистеми. Баластні домішки, що

надходять із добривами, здатні негативно впливати на фізіологічні процеси рослин, погіршуючи якість продукції та активізуючи міграційні процеси, що, у свою чергу, сприяє зниженню якості підземних вод [1, 2, 16, 40].

1.4. Масштаби поширення кислих ґрунтів в Україні та заходи їх нейтралізації

В Україні ґрунти з підвищеною кислотністю ($\text{pH} < 6$) охоплюють близько 9 млн га, з яких до 8,5 млн га припадає на орні землі. Основними чинниками підкислення окультурених ґрунтів і зниження їх родючості є надмірна розораність територій, нераціональні системи землеробства, порушення сівозмін, забруднення політантами, різке скорочення внесення органічних добрив і кальцієвих меліорантів. У ряді регіонів рівень підкислення досяг критичних значень, а щорічне зростання площ кислих ґрунтів становить 0,4–0,5 %. Найбільше такі ґрунти поширені в зоні Полісся, Прикарпаття, гірських Карпат, Закарпаття та на півночі Лісостепу [1, 46].

Унаслідок незбалансованих систем землеробства та техногенних викидів активізуються процеси вторинного підкислення ґрунтів, які проявляються навіть у природно нейтральних типових чорноземах. Зокрема, в зоні Лісостепу виявлено близько 1,8 млн га кислих ґрунтів, що становить 25 % від обстеженої площі, при цьому найбільша їх частка зосереджена у Вінницькій області (29 % загального масиву кислих ґрунтів Лісостепу). Значні площі кислих ґрунтів зафіксовано також у Черкаській (18 %) та Сумській (12 %) областях. Загалом упродовж останніх років процеси підкислення ґрунтового покриву відзначаються у 15 областях України та проявляються навіть у межах агроландшафтів Степової зони, при цьому темпи зростання площ кислих ґрунтів варіюють від 1 до 14 % [3, 47].

Кисла реакція ґрунту чинить негативний вплив на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, погіршує засвоєння азоту, фосфору, кальцію та магнію, а також сприяє надходженню до рослин алюмінію й марганцю. За таких умов порушуються фізіологічні процеси в рослинах і суттєво знижується

врожайність, водночас підвищена кислотність несприятливо позначається на мікробіологічній активності ґрунту. За дуже кислої реакції у ґрунтовому розчині накопичуються рухомі іони алюмінію, а інколи й марганцю, високі концентрації яких є токсичними для рослин [16, 38].

Останніми роками в Україні скорочення обсягів хімічної меліорації зумовлює не лише зниження врожайності та якості сільськогосподарської продукції, а й посилення деградаційних процесів у ґрунтах, що спричиняє низку негативних екологічних наслідків. Зокрема, підкислення ґрунтів призводить до зменшення біорізноманіття внаслідок скорочення чисельності ґрунтової фауни, чутливої до реакції середовища, та активізації міграції важких металів, радіонуклідів і інших полютантів, які акумулюються в рослинах і з поверхневим стоком або внаслідок вилуговування надходять у водні об'єкти [10].

Дефіцит кальцію спричиняє посилення втрат гумусу, що зумовлює погіршення фізичних, фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунтів, зокрема підвищення їх щільності, руйнування структури та буферної здатності, зниження забезпеченості елементами мінерального живлення й насиченості основами, зростання кислотності та пригнічення мікробіологічної активності. Характерною рисою кислих ґрунтів є зниження мікробіологічної активності в кореневмісному шарі, пригнічення розвитку мікоризи, накопичення рухомих форм Al, Fe і Mn, токсичних для рослин, погіршення фізичних властивостей ґрунту та формування дефіцитного поживного режиму агрокультур [27].

Слід зазначити, що рослини, вирощувані на підкислених ґрунтах, частіше уражуються хворобами та характеризуються підвищеною здатністю до накопичення радіонуклідів, важких металів, пестицидів і нітратів. Інгібувальна дія рухомих форм алюмінію на кореневу систему зумовлює зниження посухо- та зимостійкості озимих культур. Для кислих ґрунтів також є характерним зростання специфічної забур'яненості посівів, оскільки значна частина бур'янів добре адаптована до кислого середовища. Підвищена кислотність ґрунту активізує ерозійні процеси, прискорює втрати гумусу та загалом призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур та їх якісних показників [46].

Розділ 2

ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика ФГ Мелешка В. П.

Фермерське господарство Мелешка Василя Петровича (ФГ Мелешка В. П.) зареєстроване 25 січня 1996 року. Розташоване за юридичною адресою: Україна, Львівська область, Стрийський (раніше Миколаївський) район, село Київець, індекс 81646.

Господарство займається вирощуванням зернових, технічних та овочевих культур, забезпечуючи стабільне виробництво високоякісної рослинницької продукції для потреб регіону. Паралельно з рослинництвом тут розвивається і тваринництво, що включає утримання великої рогатої худоби та свиней, що дозволяє ефективно використовувати виробничі ресурси та забезпечувати господарство органічними добривами.

У своїй діяльності підприємство поєднує традиційні агротехнології з сучасними підходами до обробітку ґрунту, удобрення і догляду за посівами. Значна увага приділяється раціональному використанню земель, дотриманню сівозмін, впровадженню ресурсозберігаючих технологій і підтриманню родючості ґрунтів. Завдяки багаторічному досвіду, організації праці та комплексному розвитку рослинництва й тваринництва, господарство забезпечує стабільні врожаї та робить вагомий внесок у розвиток аграрного сектору Стрийського району.

Банк землі: в оренді – 435 га; площі, ще плануються додати в обробіток – 15 га. Всього в оренді – 128 земельних ділянок. Орендується земля у пайовиків, які мають Державний акт права власності на землю. Орендна плата фізичним особам здійснюється раз на рік у відповідності до договору та діючого законодавства України з врахуванням оцінки землі та відсоткової ставки. Виплачують орендну плату у грошовій формі, або натуральній (зерном, цукром, овочами).

Свою діяльність фермерське господарство проводить у Львівській області, Стрийського району, село Київець (рис. 2.1.). Відстань від районного центру

(м. Стрий) – 23 км, від обласного центру (м. Львів) – 54 км. До найближчої залізничної станції (с. Пісочна) – 8 км.

Голова фермерського господарства: Мелешко Василь Петрович. Кількість працівників – 15 осіб. У період сезонних робіт додатково залучають 10–20 працівників із місцевого населення.

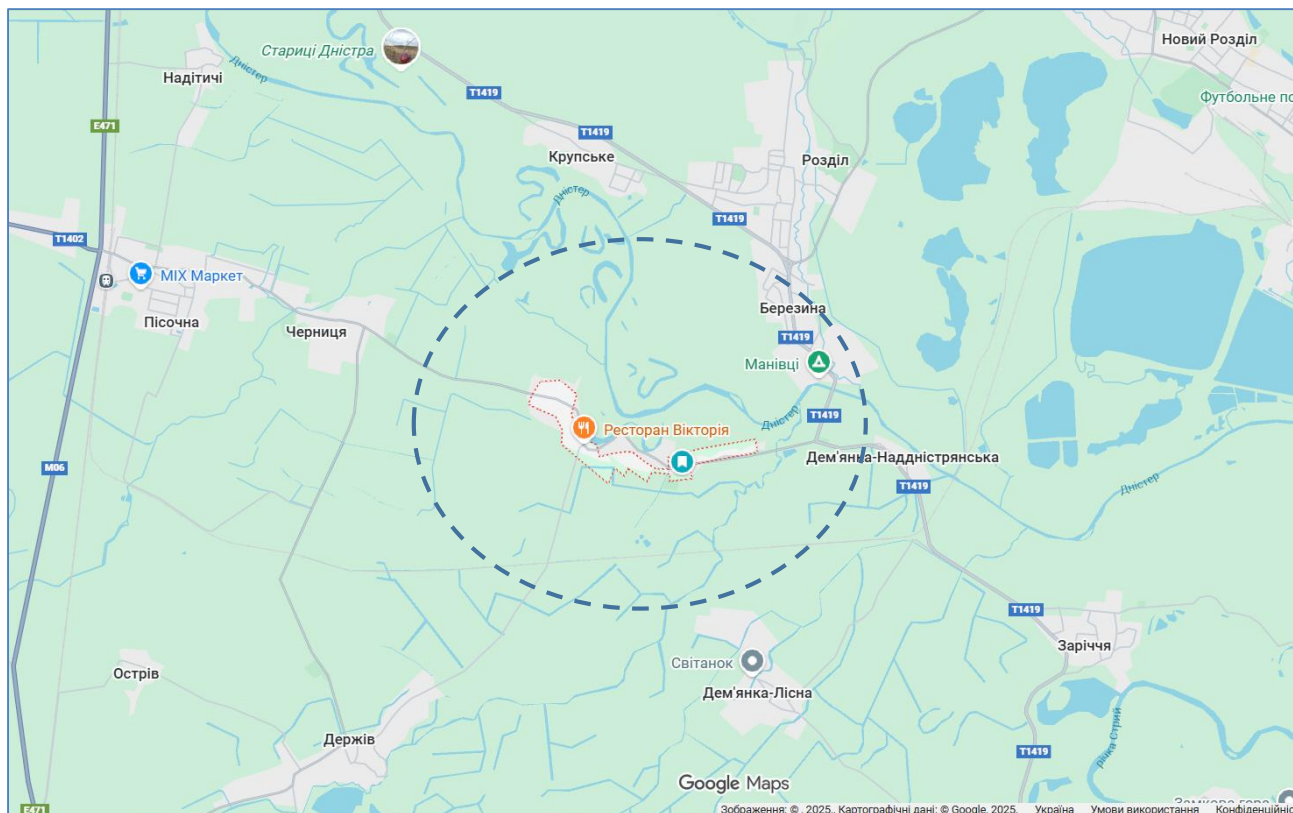


Рис. 2.1. Мапа розташування ФГ Мелешка В.П. у селі Київець
Стрийського району Львівської області

Господарство розташоване на території Стрийського району, в селі Київець, яке входить до складу відповідної територіальної громади та підпорядковується органам місцевого самоврядування району.

Село Київець знаходиться у зоні передгір'я Карпат, що визначає особливості природно-кліматичних умов території, зокрема помірний клімат та в цілому сприятливі агрокліматичні умови для ведення сільськогосподарської діяльності. Близькість до важливих транспортних шляхів Стрийщини забезпечує зручний доступ до ринків збуту, логістичних центрів та інфраструктурних об'єктів.

2.2. Агрокліматичні умови

Агрокліматичні ресурси є складовою природного потенціалу території та визначають можливості розвитку сільськогосподарського виробництва в окремих регіонах. До їх основних компонентів належать термічні ресурси й ресурси зволоження, які характеризують умови росту та розвитку сільськогосподарських культур. Термічні ресурси оцінюють за сумою додатних температур повітря в період між переходами температури через $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, тоді як ресурси зволоження визначаються за відповідними гідрометеорологічними коефіцієнтами.

Клімат Львівської області є помірно континентальним і вологим, з м'якою зимою з частими відлигами, вологою весною, теплим літом та відносно теплою сухою осінню. Середня температура повітря у січні становить близько $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, у липні — близько $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ у центральній частині області та знижується до $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ у гірських районах. Річна сума атмосферних опадів коливається від 600 мм на рівнинних територіях до 1000 мм у горах.

Формування клімату зумовлюється поєднанням радіаційних чинників і циркуляції повітряних мас океанічного та континентального походження. Атлантичні повітряні маси, що надходять у вигляді циклонів, улітку спричиняють хмарність, опади та зниження температури, а взимку — снігопади; з ними пов'язані західні та південно-західні вітри. Холодна й суха погода в зимовий період формується під впливом східних антициклонів.

Термічний режим області має виражені риси континентальності, з амплітудою річних коливань температури повітря $23\text{--}24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Середня температура найтеплішого місяця (липня) становить $+18\text{...}+19\text{ }^{\circ}\text{C}$, найхолоднішого (січня) — $-4,5\text{...}-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Максимальні значення середньої температури липня характерні для південної частини області ($+18,8\text{ }^{\circ}\text{C}$), мінімальні — для західної та центральної ($+18\text{...}+18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Особливості метеорологічних умов, що сформувалися на території Стрийського району Львівської області у 2024–2025 рр., наведено на рис. 2.2 та 2.3.

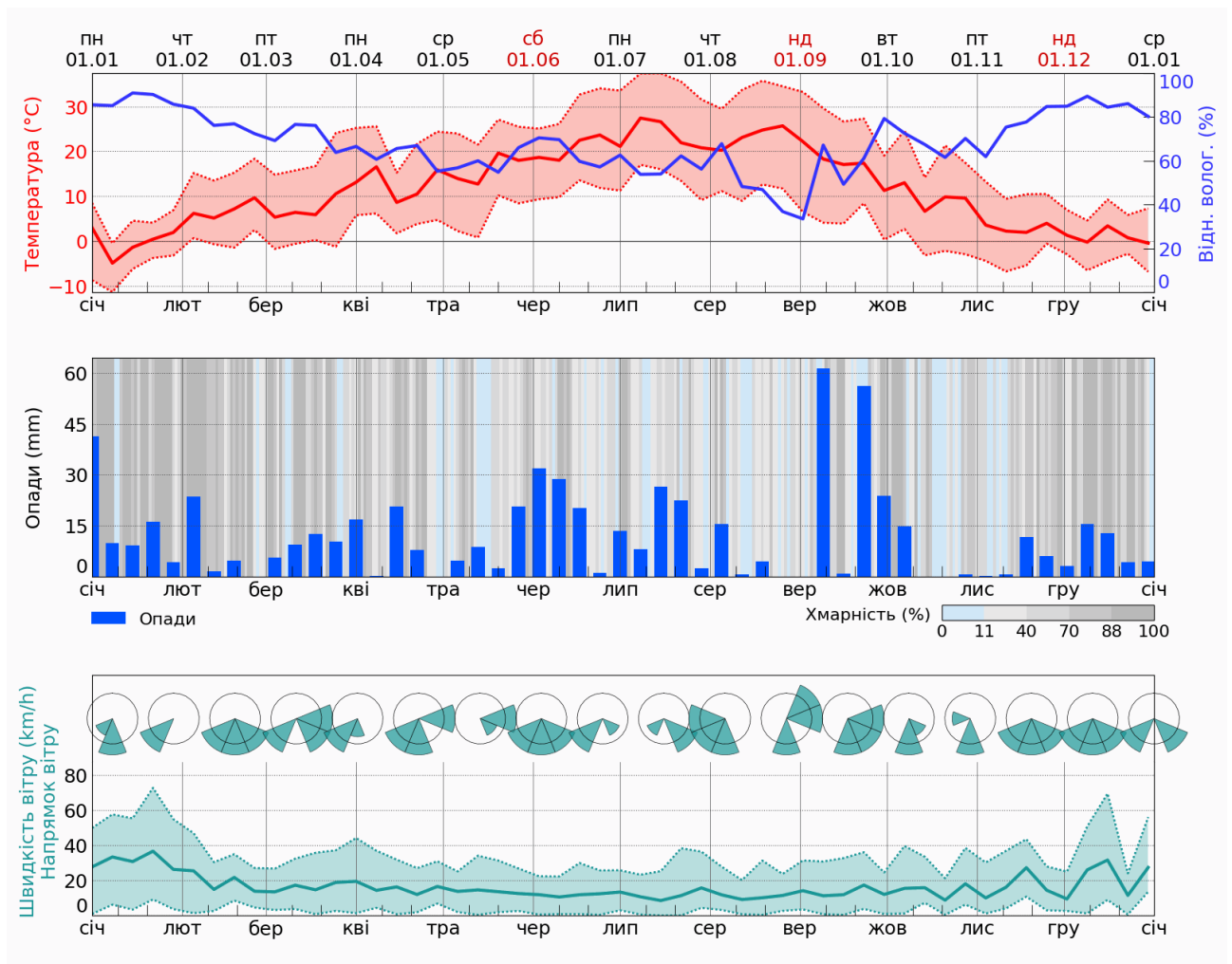


Рис. 2.2. Агрокліматичні умови, що склалися на території Стрийського району Львівської області у 2024 році

Для регіону характерні вітри переважно північно-західного та південно-західного напрямків, тоді як північні й південні спостерігаються рідше; їхня активність притаманна всім сезонам, особливо літньому періоду. Інтенсивна циклонна діяльність зумовлює значні обсяги атмосферних опадів.

Опади загалом випадають у помірній кількості, однак в умовах сучасних кліматичних змін спостерігається їх нерівномірний просторово-часовий розподіл, зокрема в період вегетації основних сільськогосподарських культур. Протягом року клімат області формується під впливом атлантичних повітряних мас, що визначають циклональний характер погоди, а також континентальних: узимку — відрогів сибірського антициклону, влітку — азорського максимуму, навесні та на початку осені — холодних арктичних повітряних мас.

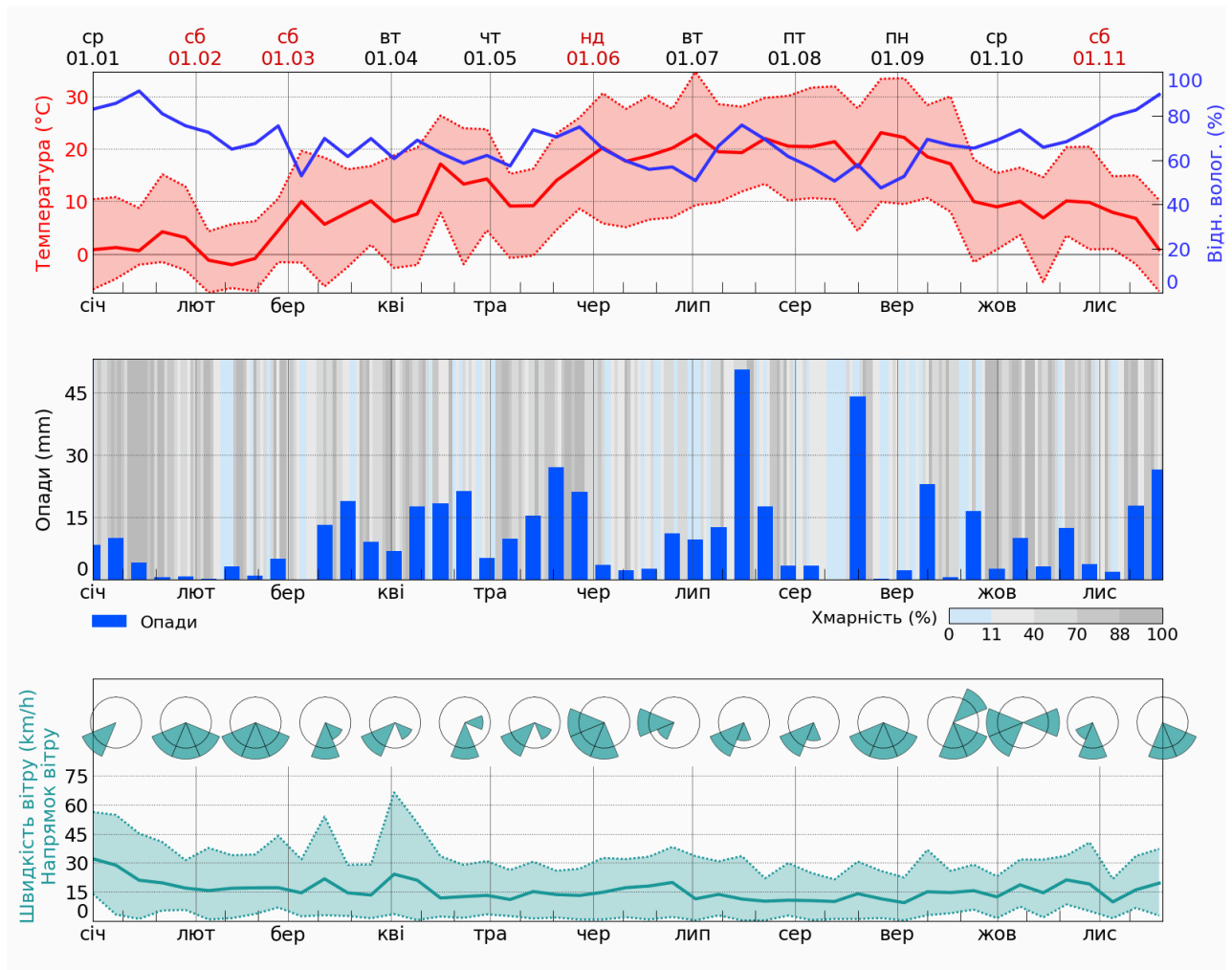


Рис. 2.2. Агрокліматичні мови, що склалися на території Стрийського району Львівської області у 2025 році

Річна сума опадів на території Львівської області становить у середньому 550–700 мм, при цьому найбільші показники характерні для західних і північно-західних районів (понад 650 мм), а найменші — для крайнього південного сходу (близько 550 мм). Основна частка опадів (70–75 %) припадає на теплий період року, тоді як узимку їх кількість є мінімальною; у літній сезон часто спостерігаються зливи, грози та подекуди град (рис. 2.2.).

Сніговий покрив на території області зазвичай формується у другій половині листопада та зберігається до початку березня. Його середня висота становить 8–10 см, а максимальні значення фіксуються у другій декаді лютого, коли товщина снігу сягає 9–16 см. Танення снігового покриву, як правило, відбувається наприкінці березня, з можливими коливаннями від другої декади

лютого до першої декади березня. Річний коефіцієнт зволоження становить 1,10 у північних і західних районах області, близько 1,0 — у центральній частині та знижується до 0,92 у південно-східних районах.

Кліматичні умови області загалом є сприятливими для вирощування основних сільськогосподарських культур, зокрема озимих і ярих зернових (пшениця, ячмінь, жито, овес), цукрових буряків, картоплі, овочевих і кормових культур, а в південних районах — винограду, абрикосів, персиків і ранніх овочів. Водночас в окремі роки можливі вимерзання озимих посівів, пізні весняні та ранні осінні заморозки, змивання посівів під час злив і вилягання зернових культур. Загалом режим зволоження та температурні умови відповідають потребам рослин Лісостепової зони у теплі, світлі й волозі [24, 25].

2.3. Основні типи ґрунтів господарства

Характерною особливістю природних умов Стрийського району є домінування низькотерасових ландшафтів, зокрема заплави та першої й другої терас річок Дністер і Стрий. У зв'язку з цим тут переважають перезволожені землі з дерновими та лучними ґрунтами, які охоплюють понад 89 % загальної площі території. Водночас, на відміну від Дрогобицького передгір'я, низькі тераси в межах району характеризуються меншою заболоченістю та рідше зазнають затоплення під час інтенсивних паводків.

Тераси середнього ярусу, перекриті лесовими суглинками та представлені лучно-чорноземними ґрунтами, поширені фрагментарно й приурочені, зокрема, до околиць м. Жидачів, розташованого на останцях третьої та четвертої терас; їх частка не перевищує 2 % площі району. Тераси високого ярусу, складені галечниками й перекриті важкими суглинками, трапляються переважно вздовж передгірського краю Карпат і характеризуються розвитком дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтів, що охоплюють близько 8 % загальної площі території. Площа лісів державного фонду становить лише близько 2 %, що свідчить про істотний рівень антропогенної трансформації природних комплексів району [25].

Меліорація перезвожених земель і реалізація заходів із запобігання катастрофічним повеням та паводкам на річках Дністер і Стрий є першочерговими господарськими завданнями для цього району. Водночас під час їх планування необхідно враховувати, що основні причини формування паводків зумовлені процесами, які відбуваються поза межами району, насамперед у Карпатському регіоні. Саме там доцільно в першу чергу впроваджувати лісомеліоративні та гідротехнічні заходи, спрямовані на зменшення паводкової небезпеки. У межах Стрийського району, куди надходять повеневі та паводкові води гірського походження з басейнів Дністра і Стрия, пріоритетного значення набувають локальні гідротехнічні заходи, зокрема обвалування заплав, укріплення русел та інші інженерні рішення.

Земля є основним засобом виробництва в сільському господарстві та водночас об'єктом цілеспрямованого антропогенного впливу, що реалізується через обробіток ґрунту, внесення добрив та інші агротехнічні заходи з метою отримання максимальної кількості продукції за мінімальних витрат праці й матеріальних ресурсів.

Ландшафтні умови господарства загалом є сприятливими для ведення землеробства та характеризуються переважанням рівнинних територій із незначними пониженнями рельєфу. Основний обробіток ґрунту передбачає лущення стерні й оранку під озиму пшеницю, ріпак та овочеві культури; за потреби застосовують глибокорозпушування та дискування. Така система агротехнічних заходів забезпечує формування запланованої врожайності та належної якості сільськогосподарської продукції.

Ґрунти у господарстві дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні, лучні та сірі лісові ґрунти. Агрохімічна характеристика ґрунтів ФГ Мелешка В.П. (табл. 2.1).

Дерново-підзолисті ґрунти. Клімат зони поширення зазначених ґрунтів є гумідним бореальним ($K_z > 1$) з континентальними або різкоконтинентальними рисами. Рельєф територій відзначається значною різноманітністю — від рівнинного до розчленованого. Ґрунтотворні породи представлені воднольодовиковими, моренними та давньоалювіальними відкладами, переважно

безкарбонатними й різного гранулометричного складу, серед яких в Україні домінують супіщані. Природна рослинність сформована змішаними лісами південнотайгового типу з добре розвиненим трав'янистим покривом.

Склад і властивості дерново-підзолистих ґрунтів зумовлені інтенсивністю підзолистого процесу ґрунтоутворення. Гранулометричний і хімічний склад змінюються за профілем аналогічно підзолистим ґрунтам. Вміст гумусу є низьким (2–3 % у горизонті H_e), гумусовий профіль має регресивно-акумулятивний характер, а тип гумусу — гуматно-фульватний ($C_{гк} : C_{фк} = 0,7–0,9$). Фізико-хімічні властивості ґрунтів визначаються гранулометричним складом, літологією ґрунотворних порід і ступенем розвитку підзолистого процесу.

Таблиця 2.1. – Агрохімічна характеристика різних типів ґрунтів у ФГ Мелешка В. П.

Типи ґрунтів	Вміст гумусу %	Нітрати, мг/кг	рН сольової витяжки	Вміст поживних речовин, мг/кг ґрунту		
				легко гідролізований азот (N)	рухомий фосфор (P_2O_5)	обмінний калій (K_2O)
Дерново-підзолисті	1,39	82	5,5	70	55	78
Сірі лісові	2,48	97	5,8	89	91	97
Лучні	3,25	68	6,4	55	45	61

Сірі лісові ґрунти сформувалися під покривом широколистяних і мішаних лісів у зоні помірного зволоження. Вони характеризуються ясно-сірим гумусовим горизонтом потужністю 15–25 см, під яким розташований світлий елювіальний шар, сформований унаслідок вилуговування та часткового опідзолення. Вміст гумусу в гумусовому горизонті становить 2–4 %, реакція ґрунтового розчину — слабокисла або кисла (рН 4,8–6,0), забезпеченість елементами живлення — середня.

У профілі чітко виражений ілювіальний горизонт з акумуляцією глинистих

часток, оксидів заліза й алюмінію, що зумовлює підвищену щільність і знижену водопроникність. За гранулометричним складом ці ґрунти переважно середньота важкосуглинкові, відзначаються задовільною, проте нестійкою структурою, середньою вологоємністю та помірним рівнем природної родючості.

Для раціонального використання сірих лісових ґрунтів важливими є вапнування для нейтралізації кислотності, систематичне внесення органічних і мінеральних добрив, а також дотримання сівозмін задля покращення їх агрофізичних властивостей та підвищення продуктивності.

Лучні ґрунти належать до гідроморфного ряду та формуються за умов підвищеного поверхневого зволоження прісними водами й постійного впливу ґрунтових і підґрунтових вод, що залягають на глибині 1–3 м. Вони поширені в пониженнях рельєфу на слабкодренованих рівнинах під лучною рослинністю.

Загалом ґрунтовий покрив ФГ Мелешка В. П. є придатним для вирощування сільськогосподарських культур. Водночас з метою підвищення родючості доцільно здійснювати вапнування для зниження кислотності, збільшувати внесення органічних і сидеральних (зелених) добрив та обмежувати застосування мінеральних добрив. У цілому ґрунти господарства характеризуються достатнім рівнем родючості та є придатними для ефективного ведення сільськогосподарського виробництва.

2.4. Схема та методи проведення досліджень

Упродовж 2024–2025 рр. в умовах ФГ Мелешка В. П. проведено дослідження, спрямовані на оцінювання впливу різних видів мінеральних добрив у поєднанні з кальцієвими меліорантами на агроекологічний стан дерново-підзолистих ґрунтів за вирощування буряка столового. За результатами досліджень здійснено порівняльну агроекологічну оцінку ефективності застосування різних мінеральних добрив.

У ході виконання роботи застосовували комплекс польових, лабораторних, агрохімічних, мікробіологічних, біохімічних та екотоксикологічних методів

досліджень [18, 22, 28, 29, 41, 42, 45, 57].

У процесі досліджень застосовували такі види мінеральних добрив і кальцієвих меліорантів:

1) Нітроамофоска-М марки NPK 9:18:22 з мікроелементами. Добриво гранульоване. Складне комплексне мінеральне добриво пролонгованої дії ідеально підходить для кислих ґрунтів. Гранули рівномірно розчиняються. Це унікальне вітчизняне мінеральне добриво, аналогів якому в Україні немає. Виробник ТЗОВ «Тетра-Агро» м. Червоноград (дод. А).

2) Аміачна селітра. Амонійно-нітратне добриво, що містить азот у співвідношенні $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ – 1:1. Виробляється у вигляді білих гранул з жовтуватим або рожевуватим відтінком. Добриво фізіологічно кисле, рН – 5 (1 ц добрива нейтралізується 0,74 ц CaCO_3), водорозчинне, гігроскопічне. Масова частка азоту N – 34,4%. При обробці гранул спеціальними гідрофобними добавками, не злежується. Виробник: ПрАТ «РІВНЕАЗОТ» (дод. Б).

3) Суперфосфат простий гранульований Р (Са, S) 19-(20-32) – гранульоване традиційне фосфорне мінеральне добриво, яке можна застосовувати під всі сільськогосподарські культури. Містить $\text{P}_{19}\text{Ca}_{20}\text{S}_{32}$. Круглі гранули діаметром 2-5 мм Норми внесення: 180-450 кг/га. Виробник: Siarkopol (Польща). (дод. В).

4) Калімагnezія – концентроване мінеральне добриво – $\text{K}_{28}\text{Mg}_8\text{S}_{15}$. Містить 25–28% K_2O і 8–10% MgO . До складу калімагnezії входять калій, магній і сірка у вигляді сульфатів (15%). Добриво калій магnezія має високу розчинність і швидко засвоюється рослинами. Каліймагnezія має низький вміст хлору (макс. 3%). Таким чином, це ідеальне джерело калію, магнію та сірки для рослин, чутливих до солі і хлору, таких як фрукти, овочі, виноград, хміль, картопля, соняшник і лісові дерева. Калій магnezія ефективна на всіх типах ґрунтів. Виробник: «Агросвіт», Україна (дод. Д).

5) Вапняне борошно (мінеральний порошок) отримують шляхом тонкого подрібнення вапнякових порід. Воно характеризується низькою розчинністю у воді, тому його ефективність значною мірою визначається ступенем помелу. У складі вапняного борошна вміст карбонатів кальцію та магнію в перерахунку на

CaCO_3 перевищує 85 %, вологість становить не більше 2 %, частка частинок розміром до 0,25 мм — не менше 60 %, а фракцій понад 1 мм — не більше 10 %. За впливом на властивості ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур на ґрунтах, добре забезпечених магнієм, дія вапняного борошна є близькою до ефекту доломітового борошна. Вміст активної речовини: гідроксид кальцію ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Виробник: ПП «ЧеркасиВапноПостач», Україна (дод. Е).

У всіх варіантах з мінеральними добривами (2–5) восени вносили меліоранти CaCO_3 (вапнякове борошно) у нормі 5 т/га за гідролітичною кислотністю [10, 27, 36], згідно зі схемою досліду, яке загортали у підготовлений дерново-підзолистий ґрунт.

Схема мікро-ділянкового досліду охоплювала такі варіанти з мінеральними добривами: 1) Контроль – без добрив; 2) Нітроамофоска-М; 3) Аміачна селітра; 4) Суперфосфат простий; 5) Калімагnezія.

Мінеральні добрива вносили навесні під передпосівну культивуацію в нормі 300 кг/га у фізичній масі. Дослідні варіанти закладали в природних польових умовах (*in situ*). Як тестову культуру використовували буряк столовий — гібрид Пабло F1. Середньостиглий гібрид голландської селекції компанії Bejo Zaden, із потенційною врожайністю 60–80 т/га та тривалістю вегетаційного періоду 100–110 діб від появи сходів (рис. 2.3). Сівбу буряка столового здійснювали у II декаді травня з урахуванням біологічних особливостей культури на фоні попередньо внесених мінеральних добрив і кальцієвих меліорантів. Технологія вирощування культури відповідала загальноприйнятим рекомендаціям для умов Прикарпаття.

Польові та лабораторні дослідження проводили за такими методиками: «Методика дослідної справи в овочівництві та баштанництві» [19], «Методика моніторингу земель, що перебувають у кризовому стані» [41].

Загальна площа однієї мікроділянки – 6 м², облікова (2×1 м) – 2 м². Ширина захисної смуги – 1,5 м. Дослід закладали у п'яти повтореннях. Розміщували варіанти систематично [45].

Відбір ґрунтових зразків для проведення агрохімічних аналізів здійснювали відповідно до вимог ДСТУ 4287:2004. Для оцінювання агрохімічних показників орного шару дерново-підзолистого ґрунту проби відбирали з глибини 0–20 см із

формуванням середньої зразкової проби шляхом змішування точкових відборів у кожному варіанті досліду. Відбір здійснювали у п'яти точках, розміщених по діагоналі мікроділянки, із використанням ґрунтового бура БП 25–15 [58].



Рис. 2.3. Буряк столовий гібрид Пабло F1

Вміст гумусу в ґрунті визначали за методом Тюріна в модифікації ЦІНАО відповідно до вимог ДСТУ 4289:2004. Реакцію ґрунтового розчину (рН) встановлювали згідно з ДСТУ ISO 10390:2007. Вміст лужногідролізованого азоту визначали за методом Корнфільда, а рухомі форми фосфору та калію — за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА [42, 59, 60].

У відібраних ґрунтових зразках також визначали концентрацію рухомих форм важких металів. Підготовку зразків до лабораторних аналізів здійснювали в лабораторії Львівської філії державної установи «Держґрунтохорона» [58]. Екстракцію рухомих важких металів проводили з використанням амонійно-ацетатної буферної витяжки з рН 4,8, після чого підготовлені зразки аналізували методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на приладі З-115М [29, 61, 62].

Оцінювання екологічного стану ґрунтів, зокрема за вмістом токсичних елементів, здійснювали шляхом порівняння фактичних концентрацій цих компонентів із гранично допустимими значеннями та регіональним геохімічним фоном, характерним для відповідного типу ґрунту [28, 29, 63].

Ферментативну активність пероксидази й поліфенолоксидази ґрунту

визначали за загальноприйнятими методиками в серпні, підготовку ґрунтових зразків до мікробіологічних досліджень здійснювали відповідно до методики [57].

Зразки буряка столового відбирали у I декаді вересня в технічній стиглості. У стандартних коренеплодах буряка столового визначали основні біохімічні показники якості: вміст сухих речовин — ваговим методом шляхом висушування до сталої маси, загальний цукор — за методом Бертрана, вітамін С — за методом Муррі з використанням реактиву Тільманса, вміст нітратів — іонометричним методом із застосуванням іоноселективних електродів на приладі рХ-150 [22].

В основу класифікації мінеральних добрив за впливом на ґрунтову систему було покладено методичні рекомендації [2, 3, 18]. Агроекологічну оцінку мінеральних добрив на фоні вапнування ґрунту та їх вплив на ґрунтову систему здійснювали за такими критеріями:

- ✓ зміни агрохімічних показників ґрунту (вміст азоту, фосфору й калію, концентрація гумусу, рівень кислотності), які є ключовими індикаторами агроекологічного впливу мінеральних добрив;

- ✓ співвідношення фактичного вмісту токсикантів у ґрунті за внесення мінеральних добрив із їх фоновими значеннями (контроль), що використовували як показник екологічного стану ґрунту;

- ✓ ґрунт вважали забрудненим у разі перевищення фонового рівня токсиканта у 2–3 рази;

- ✓ класифікацію мінеральних добрив за рівнем небезпечності залежно від їх впливу на накопичення токсичних елементів у ґрунті, зокрема важких металів, відповідно до гранично допустимих концентрацій;

- ✓ поділ добрив індирективної дії на класи небезпечності на основі нормативів оцінки екологічного стану ґрунтів за кислотно-основними властивостями, зокрема за показником кислотності ґрунту ($pH_{\text{сол}}$);

- ✓ визначення класів мінеральних добрив за впливом на біологічну активність ґрунту із застосуванням загальноприйнятих методичних підходів, що передбачають оцінювання екотоксикологічної небезпечності за ступенем зниження активності ґрунтових ферментів.

Розділ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів на агрохімічний стан ґрунту за вирощування буряка столового

Мінеральні добрива є вагомим чинником у кругообігу токсичних елементів в агроєкосистемах. За розгляду агроєкосистеми як цілісного природно-антропогенного утворення саме мінеральні добрива можуть виступати одним із основних джерел надходження токсичних речовин [2].

З метою глибшого розуміння характеру впливу мінеральних добрив на ґрунт в умовах змін клімату, виявлення ключових негативних ефектів та обґрунтування подальшої схеми досліджень доцільно здійснити їх поділ на окремі групи за техногенними ознаками.

- директивної дії — небажаний вплив мінеральних добрив на довкілля зумовлюється наявністю в їх складі токсичних домішок, зокрема важких металів, галогенів, радіонуклідів та інших сполук, які надходять у ґрунт під час внесення добрив. До цієї групи насамперед відносять фосфорні добрива, що характеризуються підвищеним умістом таких домішок;

- індирективної дії — вплив мінеральних добрив проявляється через їх фізико-хімічні властивості, які зумовлюють зміну реакції ґрунтового розчину, трансформацію процесів синтезу й розпаду гумусових сполук, а також активізацію мікробіологічних та інших ґрунтових процесів. Унаслідок цього змінюється рухомість біогенних елементів і токсикантів. Провідне місце серед добрив індирективної дії посідають азотні, які в більшості випадків є фізіологічно кислими або лужними [8, 44].

Основні властивості, що характеризують окремі види мінеральних добрив, відображені в запропонованому групуванні, однак слід зауважити, що такий поділ має певну умовність. Зокрема, вплив фосфорних добрив на реакцію ґрунтового розчину є менш вираженим порівняно з азотними добривами. Водночас азотні мінеральні добрива можуть виступати джерелом надходження

токсичних елементів, хоча й у нижчих концентраціях, ніж фосфорні. Більшість комплексних і калійних добрив у межах цієї класифікації займають проміжне положення. Незважаючи на умовний характер такого поділу, він дає змогу акцентувати увагу на ключових негативних властивостях мінеральних добрив і водночас уникнути надмірних досліджень [27].

Аналіз одержаних результатів засвідчує, що застосування мінеральних добрив зумовило зміни агрохімічних показників дерново-підзолистого ґрунту за вирощування буряка столового в умовах кліматичних змін (табл. 3.1.)

Таблиця 3.1. – Агрохімічні показники дерново-підзолистого ґрунту за різних варіантів мінерального удобрення буряка столового на фоні вапнування ґрунту

Варіант	Лужно-гідролізований азот, (N) мг/кг	Рухомий фосфор (P_2O_5), мг/кг	Обмінний калій (K_2O), мг/кг	pH сольове	Вміст гумусу, %
1) Контроль (без добрив)	65,3	53,5	79,3	5,6	1,7
2) Нітроамофоска-М	79,8	75,1	83,4	6,2	1,8
3) Аміачна селітра	115,2	49,4	70,2	4,9	1,5
4) Суперфосфат	67,5	82,7	75,0	5,2	1,6
5) Калімагнезія	58,6	52,9	95,3	5,4	1,7

В середньому за два роки досліджень встановлено, що застосування мінеральних добрив різного хімічного складу зумовлювало зміни агрохімічних показників дерново-підзолистого ґрунту порівняно з контролем, який відповідав фоновому рівню. Зокрема, за внесення аміачної селітри (вар. 3) зафіксовано максимальний уміст лужногідролізованого азоту — 115,5 мг/кг ґрунту, що перевищувало контроль на 49,9 мг/кг, або 76,41 %. За застосування

Нітроамофоски-М вміст цього показника зріс на 22,3 %, або на 14,5 мг/кг відносно контролю. Внесення калімагnezії та суперфосфату істотно не впливало на вміст лужногідролізованого азоту, який залишався близьким до контрольного рівня, хоча за використання суперфосфату відзначено незначне підвищення доступного азоту в ґрунті.

З'ясовано, що внесення простого гранульованого суперфосфату забезпечувало найвищий уміст рухомих форм фосфору в ґрунті — 82,7 мг/кг, що перевищувало контроль на 29,2 мг/кг, або на 54,5 %. Аналогічну тенденцію відзначено за застосування Нітроамофоски-М, за якої концентрація рухомого фосфору зростала до 75,1 мг/кг ґрунту. Натомість за внесення аміачної селітри та калімагnezії спостерігалось зниження вмісту фосфору в ґрунті, що пояснюється його винесенням урожаєм.

Встановлено, що максимальний уміст обмінного калію в ґрунті (95,3 мг/кг) зафіксовано у 6-му варіанті досліду за внесення калімагnezії в нормі 300 кг/га, що зумовлено безпосереднім надходженням калію з добривом та його високою доступністю для ґрунтового вбирного комплексу. Застосування комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М також сприяло зростанню концентрації обмінного калію, де цей показник становив 83,4 мг/кг, порівняно з 79,3 мг/кг на контролі (без внесення добрив). Водночас у варіантах із внесенням аміачної селітри та суперфосфату (3-й і 4-й варіанти) спостерігався від'ємний баланс калію, що пояснюється його інтенсивним винесенням урожаєм за відсутності калійного живлення.

Аналіз даних таблиці 3.1 свідчить, що застосування аміачної селітри спричинило незначне підкислення орного шару ґрунту дослідної ділянки. Зокрема, показник рН сольової витяжки знизився з 5,6 на контролі до 4,7, що відповідає зменшенню на 15,5 %. Натомість використання Нітроамофоски-М, яка характеризується певними меліоративними властивостями, забезпечило підвищення значення рН ґрунту на 0,6 одиниці, або на 10,7 %, що свідчить про її здатність частково нейтралізувати кислотність ґрунтового середовища.

Застосування мінеральних добрив не зумовило істотних змін у вмісті

гумусу ґрунту, оскільки трансформація цього показника потребує проведення тривалих багаторічних стаціонарних досліджень. Водночас у межах виконаного експерименту відзначено тенденцію до незначного зниження вмісту гумусу у 3-му варіанті за внесення аміачної селітри. Загалом концентрація гумусу коливалася в межах похибки та становила 1,5–1,8 %.

3.2. Трансформація рухомості важких металів у ґрунті за внесення мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів

Важкі метали, що надходять у ґрунт із різноманітних природних і антропогенних джерел, чинять негативний вплив на його екологічні функції, зумовлюючи зміни фізико-хімічних властивостей і пригнічення мікробіологічної активності. Такі процеси призводять до зниження родючості ґрунтів, що, у свою чергу, відображається на зменшенні врожайності та погіршенні якості продукції рослинництва [30]. За умов постійного антропогенного навантаження на агроєкосистеми особливої актуальності набуває систематичний контроль за вмістом важких металів у ґрунті, серед яких кадмій, свинець і хром належать до найбільш небезпечних хімічних елементів [3, 29, 34].

Отримані результати дворічних досліджень засвідчують, що використання різних видів мінеральних добрив у посівах буряка столового зумовило зміни рухомості важких металів у ґрунті (табл. 3.2).

На основі проведених польових та лабораторних досліджень встановлено, що мінімальні концентрації рухомих форм кадмію, свинцю та хрому в ґрунті зафіксовано у 2-му варіанті досліді за внесення комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М. Зокрема, вміст рухомих форм кадмію (Cd^{2+}) у цьому варіанті зменшився порівняно з контролем (без добрив, природний фон) на 24,2 % і становив 0,097 мг/кг ґрунту. Аналогічно відзначено зниження концентрації рухомих форм свинцю (Pb^{2+}) та хрому (Cr^{6+}) відповідно на 31,6 та 18,4 %, що становить 0,651 та 0,047 мг/кг ґрунту. Така закономірність свідчить про зменшення біодоступності важких металів та міграційної здатності у ґрунтовому середовищі.

Таблиця 3.2. – Концентрація рухомих форм важких металів у дерново-підзолистому ґрунті залежно від застосування мінеральних добрив на фоні вапнування ґрунту, мг/кг

Варіант	Рухомі форми важких металів		
	Cd ²⁺	Pb ²⁺	Cr ⁶⁺
1) Контроль – (без добрив)	0,129	0,952	0,058
2) Нітроамофоска-М	0,097	0,651	0,047
3) Аміачна селітра	0,164	1,195	0,071
4) Суперфосфат	0,159	1,289	0,066
5) Калімагnezія	1,135	1,019	0,062
ГДК для рухомих форм ВМ	0,70	2,00	0,05

В середньому за два роки досліджень встановлено, що найвищу рухомість важких металів виявлено за внесення аміачної селітри. У цьому варіанті концентрація рухомих форм кадмію становила 0,164 мг/кг, свинцю — 1,195 мг/кг, хрому — 0,071 мг/кг, що перевищувало контрольні значення на 23–27 %. Така тенденція зумовлена підкисленням ґрунтового розчину під впливом фізіологічно кислих азотних добрив, що сприяє підвищенню рухомості токсичних елементів.

Застосування суперфосфату супроводжувалося вищою рухомістю важких металів порівняно з варіантом внесення калімагnezії. Так, у 4 варіанті концентрація рухомих форм кадмію досягала 0,159 мг/кг, що перевищувало фоновий рівень на 0,031 мг/кг, або майже на 24 %. Подібну закономірність у цьому варіанті спостерігали і щодо рухомих форм свинцю та хрому, що вказує на посилення міграційних процесів важких металів у ґрунті за внесення фосфорних добрив.

Встановлено, що за внесення мінерального добрива калімагnezії зростання рухомості кадмію порівняно з контролем було мінімальним і становило лише 0,006 мг/кг, або 5,3 %. Аналогічну тенденцію у цьому варіанті відзначено і для

рухомих форм свинцю та хрому, концентрація яких підвищувалася відносно контролю відповідно лише на 7,1 та 8,2 %. Такі незначні зміни свідчать про обмежений вплив калімагnezії на міграційну здатність важких металів у ґрунті.

Отже, застосування аміачної селітри та суперфосфату супроводжувалося найвищими концентраціями рухомих форм кадмію, свинцю та хрому, що зумовлено хімічною природою цих добрив і їх фізико-хімічним впливом на ґрунтове середовище, зокрема підкисленням ґрунтового розчину. Водночас фізіологічно нейтральне комплексне мінеральне добриво пролонгованої дії Нітроамофоска-М проявляло певний меліоративний ефект, сприяючи зв'язуванню рухомих форм важких металів у більш стабільні комплекси, менш доступні для рослин і ґрунтової біоти.

3.3. Зміна ферментативної активності ґрунту за умов застосування мінеральних добрив та вапнування ґрунту

Ферментативна активність ґрунту характеризує сукупність біохімічних процесів, що перебігають за участю ферментів. Рівень активності ґрунтових ферментів разом із чисельністю мікроорганізмів є ключовими показниками біологічної активності ґрунту, оскільки вони відображають інтенсивність життєдіяльності мікробіоти. Саме мікроорганізми відіграють провідну роль у трансформації та мінералізації органічної речовини, кругообігу поживних елементів і детоксикації забруднювальних сполук. Антропогенне навантаження, зокрема хімічне забруднення, може істотно пригнічувати ці процеси та змінювати функціональний стан ґрунту. У зв'язку з цим активність ґрунтових ферментів розглядається як важливий біоіндикатор, придатний для агроекологічної оцінки стану ґрунтів і рослинного покриву [27, 35, 57].

В середньому за два роки досліджень встановлено, що за вирощування буряка столового рівень ферментативної активності дерново-підзолистого ґрунту істотно залежав від внесених мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів (табл. 3.3).

Таблиця 3.3. – Вплив мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів на ферментативну активність ґрунту за вирощування буряка столового, мг пурпургаліну на 100 г ґрунту

Варіант	Пероксидаза		Поліфенолоксидаза	
	Активність ферменту, мг пурпургаліну на 1 г ґрунту	Активність ферменту, % до контролю	Активність ферменту, мг пурпургаліну на 1 г ґрунту	Активність ферменту, % до контролю
1) Контроль (без добрив)	85,3	100,0	102,5	100,0
2) Нітроамофоска-М	110,3	29,3	137,5	33,7
3) Аміачна селітра	92,9	8,9	113,4	10,6
4) Суперфосфат	95,6	12,1	116,2	13,4
5) Калімагnezія	99,7	16,8	125,8	22,6

Результати досліджень свідчать, що рівень ферментативної активності ґрунту за вирощування буряка столового істотно залежав від варіантів удобрення, що підтверджує чутливість біологічних показників ґрунту до агрохімічного навантаження. Найнижчу активність пероксидази та поліфенолоксидази зафіксовано на контрольному варіанті без внесення добрив, де їх значення становили відповідно 85,3 та 102,5 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту. Це свідчить про обмежений рівень мікробіологічної та окисно-відновної активності ґрунту за відсутності додаткового поживного забезпечення.

Встановлено, що найвищі показники ферментативної активності визначено у 2 варіанті дослідів за внесення комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М. Активність пероксидази у цьому варіанті досягала 110,3 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту, а поліфенолоксидази — 137,5 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту, що суттєво перевищувало контрольні значення. Така динаміка свідчить про виражений стимулювальний вплив даного добрива на біологічну активність ґрунту, що ймовірно, пов'язано з його фізіологічно нейтральною дією,

збалансованим складом поживних елементів і зменшенням токсичного навантаження на ґрунтову мікробіоту.

З-поміж мінеральних добрив, використаних у досліді, найменшу ферментативну активність пероксидази та поліфенолоксидази виявлено за внесення аміачної селітри. У цьому варіанті активність зазначених ферментів становила відповідно 92,9 та 113,4 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту. Порівняно з іншими варіантами, такі показники свідчать про стримувальний вплив фізіологічно кислого азотного добрива на ґрунтові біохімічні процеси, що може бути зумовлено підкисленням ґрунтового розчину та підвищенням рухомості токсичних елементів.

З'ясовано, що застосування суперфосфату (вар. 4) сприяло помірному зростанню ферментативної активності ґрунту. Так, активність пероксидази у цьому варіанті становила 95,6 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту, що на 12,1 % перевищувало контроль, тоді як активність поліфенолоксидази досягала 116,2 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту, або була вищою за контроль на 13,4 %. Подібна реакція ферментативної системи свідчить про певний позитивний, проте обмежений вплив фосфорного удобрення на біологічну активність ґрунту.

Особливу увагу привертає той факт, що за внесення калімагnezії (вар. 5) ферментативна активність ґрунту була вищою, ніж за застосування суперфосфату. Активність пероксидази та поліфенолоксидази у цьому варіанті становила відповідно 99,7 та 125,8 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту, що перевищувало контрольні значення на 16,8 та 22,6 %. Це вказує на сприятливий вплив калію, магнію та сірки на функціонування ґрунтової мікробіоти й інтенсифікацію біохімічних процесів.

Виявлено, що комплексні та фізіологічно нейтральні добрива забезпечують найкращі умови для активізації ферментативної діяльності ґрунту, тоді як фізіологічно кислі азотні добрива мають обмежувальний ефект.

Таким чином ґрунтові ферменти по-різному реагували на мінеральні добрива, однак на 3 і 4 варіантах, де спостерігали підвищення кислотності та рухомості важких металів у ґрунті, їх активність була меншою.

3.4. Біохімічний склад коренеплодів буряка столового за різного мінерального живлення на фоні вапнування ґрунту

Здійснюючи агроекологічну оцінку впливу мінеральних добрив і кальцієвих меліорантів на ґрунтову систему, доцільно враховувати також якісні біохімічні показники вирощеної продукції буряка столового. Такий комплексний підхід дає змогу більш повно охарактеризувати дію добрив на агроєкосистему в цілому, зокрема оцінити їх вплив на якість і безпечність отриманого врожаю [2, 3].

Визначальними показниками якості овочевої продукції є вміст сухої речовини, суми цукрів та аскорбінової кислоти (вітаміну С). Водночас одним із ключових індикаторів екологічної безпеки коренеплодів буряка столового є рівень накопичення нітратів, перевищення якого може свідчити про негативний вплив агрохімічних заходів на якість продукції [12, 22].

На основі проведених дворічних досліджень в умовах ФГ Мелешка В. П. на дерново-підзолистих ґрунтах встановлено, що мінеральні добрива на фоні вапнування ґрунту по-різному впливали на біохімічний склад коренеплодів буряка столового (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. – Біохімічний склад коренеплодів буряка столового залежно від застосування різних видів мінеральних добрив на фоні вапнування ґрунту

Варіант	Суша речовина, %	Сума цукрів, %	Вітамін С, мг/100 г	*Нітрати, мг/кг
1) Контроль – (без добрив)	12,3	10,7	12,8	1157
2) Нітроамофоска-М	15,5	13,2	15,7	1205
3) Аміачна селітра	11,4	9,5	11,1	1612
4) Суперфосфат	13,6	12,0	13,6	1380
5) Калімагnezія	14,9	12,8	14,3	1037

Примітка: ГДК нітратів у коренеплодах буряка столового – 1400 мг/кг маси сирої речовини.

Аналізуючи дані таблиці 3.4, слід зазначити, що найнижчий вміст сухих речовин у коренеплодах буряка столового (11,4 %) зафіксовано у 3 варіанті за внесення аміачної селітри. Встановлено, що найвищий вміст сухих речовин — 15,5 % — визначено у 2 варіанті за застосування комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М, що на 26,6 % перевищувало показник контрольного варіанта без добрив. Дещо нижчим цей показник був у 5 варіанті за внесення калімагnezії і становив 14,9 %. За використання суперфосфату вміст сухих речовин досягав 13,6 %, тоді як на контрольному варіанті він становив 12,3 %.

В середньому за два роки досліджень встановлено, що за внесення мінерального добрива аміачної селітри коренеплоди буряка столового нагромаджували найменшу суму цукрів на 3 варіанті. Так, у цьому варіанті вміст загального цукру становив 9,5%, що менше за контроль на 10,7%. Найбільшу цукристість коренеплодів буряка столового (13,2 та 12,8%) відзначали на 2 та 5 варіантах за внесення Нітроамофоски-М та калімагnezія. Застосування суперфосфату сприяло підвищенню цього показника в коренеплодах буряка столового на 12,4% у порівнянні до контролю.

Найвищі показники цукристості коренеплодів буряка столового (13,2 та 12,8 %) відзначено у 2 та 5 варіантах дослідження за внесення Нітроамофоски-М і калімагnezії відповідно. Використання суперфосфату також сприяло зростанню вмісту цукрів у коренеплодах буряка столового, забезпечивши підвищення цього показника на 12,4 % відносно контролю.

Важливим біохімічним показником, що характеризує рівень стійкості рослинного організму до захворювань і формування імунного потенціалу, є вміст аскорбінової кислоти (вітаміну С) у коренеплодах буряка столового. Отримані результати досліджень свідчать, що найвищі значення цього показника відзначено за внесення Нітроамофоски-М та калімагnezії — відповідно 15,7 і 14,3 мг/100 г, що перевищувало контрольний варіант на 24,2 та 11,6 %. Застосування суперфосфату зумовлювало лише помірне зростання вмісту вітаміну С — на 7 % порівняно з контролем. Найнижчу концентрацію аскорбінової кислоти (11,1 мг/100 г) встановлено у 3 варіанті за внесення

аміачної селітри, тоді як на контрольному варіанті цей показник становив 12,8 мг/100 г.

Надзвичайно важливим екотоксикологічним показником, що визначає безпечність споживання буряка столового, є вміст нітратного азоту в коренеплодах. Зазначимо, що буряк столовий має природну здатність у підвищених концентраціях нагромаджувати нітрати, що зумовлено його біологічними особливостями.

Результати дворічних досліджень свідчать, що за внесення аміачної селітри концентрація нітратів в коренеплодах буряка столового була найвищою серед усіх варіантів дослідів і становила 1612 мг/кг сирої маси, що перевищувало контрольний варіант (без добрив) на 455 мг/кг, або на 39,4 %. Особливу увагу привертає той факт, що у зазначеному варіанті зафіксовано перевищення гранично допустимої концентрації нітратів у коренеплодах на 212 мг/кг сирої маси, при значенні ГДК – 1400 мг/кг.

Визначено, що за внесення суперфосфату вміст нітратного азоту в коренеплодах буряка столового наближався до гранично допустимого рівня і становив 1380 мг/кг сирої маси, що також викликає занепокоєння з огляду на екологічну безпечність продукції. За внесення комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М концентрація нітратів у коренеплодах становила 1205 мг/кг сирої маси, тоді як на контрольному варіанті цей показник був на рівні 1157 мг/кг маси сирої речовини.

Найменший вміст нітратного азоту в продукції буряка столового зафіксовано на 5 варіанті дослідів за внесення калімагnezії, де його концентрація становила 1037 мг/кг сирої маси.

Отже, на основі отриманих результатів досліджень можна зробити висновок, що застосування аміачної селітри та суперфосфату у нормі 300 кг/га (у фізичній масі) на дерново-підзолистих ґрунтах Передкарпаття сприяє підвищеному нагромадженню нітратів у коренеплодах буряка столового, що потребує обґрунтованого підходу до вирощування та нормування мінеральних добрив.

3.5. Формування урожайності буряка столового залежно від застосування мінеральних добрив та кальцієвих меліорантів

На основі проведених дворічних досліджень в умовах ФГ Мелешка В.П. на дерново-підзолистих ґрунтах встановлено, що столовий буряк позитивно реагує на внесення мінеральних добрив. З'ясовано, що різні види мінеральних добрив не однаково впливали на урожайність коренеплодів буряка столового. Менш урожайним на коренеплоди буряка столового виявився 2024 рік. Сприятливіші агрокліматичні умови для росту і розвитку рослин буряка столового в період вегетації були у 2025 році досліджень, що позначилося на більшій врожайності.

Встановлено, що в середньому за два роки досліджень найвищу врожайність коренеплодів буряка столового (30,1 т/га) одержали на 3 варіанті досліду за внесення аміачної селітри, що перевищує контрольний варіант (без добрив) на 15,7 т/га, або 33,8%. Водночас слід зазначити, що за такого агрономічно позитивного ефекту виявлено низку екологічних ризиків. Зокрема, у цьому варіанті зафіксовано підвищені концентрації рухомих форм важких металів у ґрунті, що може створювати передумови для їх подальшого накопичення в продукції буряка столового.

Загалом результати досліджень свідчать, що застосування мінеральних добрив у всіх варіантах досліду забезпечувало зростання врожайності буряка столового порівняно з контролем, однак ефективність їх використання потребує оцінювання не лише за продуктивними, а й за агроекологічними показниками, враховуючи у поєднанні із кальцієвими меліорантами (рис. 3.1).

Слід підкреслити, що додатковим ризиком є надмірне нагромадження нітратів у продукції, у низці варіантів досліду — з перевищенням гранично допустимих концентрацій, а також погіршення основних якісних показників коренеплодів буряка столового, зокрема вмісту сухої речовини, суми цукрів і аскорбінової кислоти. Отримані результати дають підстави вважати, що зміна якісних показників продукції зумовлена зміною кислотно-основних властивостей ґрунту, насамперед його незначним підкисленням, а також надмірним вмістом доступних форм азоту, що посилює дисбаланс мінерального

живлення рослин. Відомо, що в умовах кислої реакції ґрунтового середовища істотно зростає рухомість важких металів, які можуть мігрувати з ґрунтового розчину у рослини разом із водою та елементами живлення.

Варто зазначити, що підвищена концентрація азоту в ґрунті сприяла інтенсивному наростанню маси коренеплодів буряка столового, однак супроводжувалася зниженням їхніх якісних біохімічних показників. Подібну закономірність відзначено і за внесення суперфосфату, який також здатний певною мірою підкислювати ґрунтовий розчин. Водночас слід враховувати, що фосфорні добрива можуть містити підвищені концентрації кадмію, свинцю та хрому, що зумовлено природним геохімічним фоном фосфатної сировини різних родовищ. Це додатково підсилює екологічні ризики тривалого та інтенсивного застосування мінеральних добрив, пов'язані з вмістом баластних елементів.

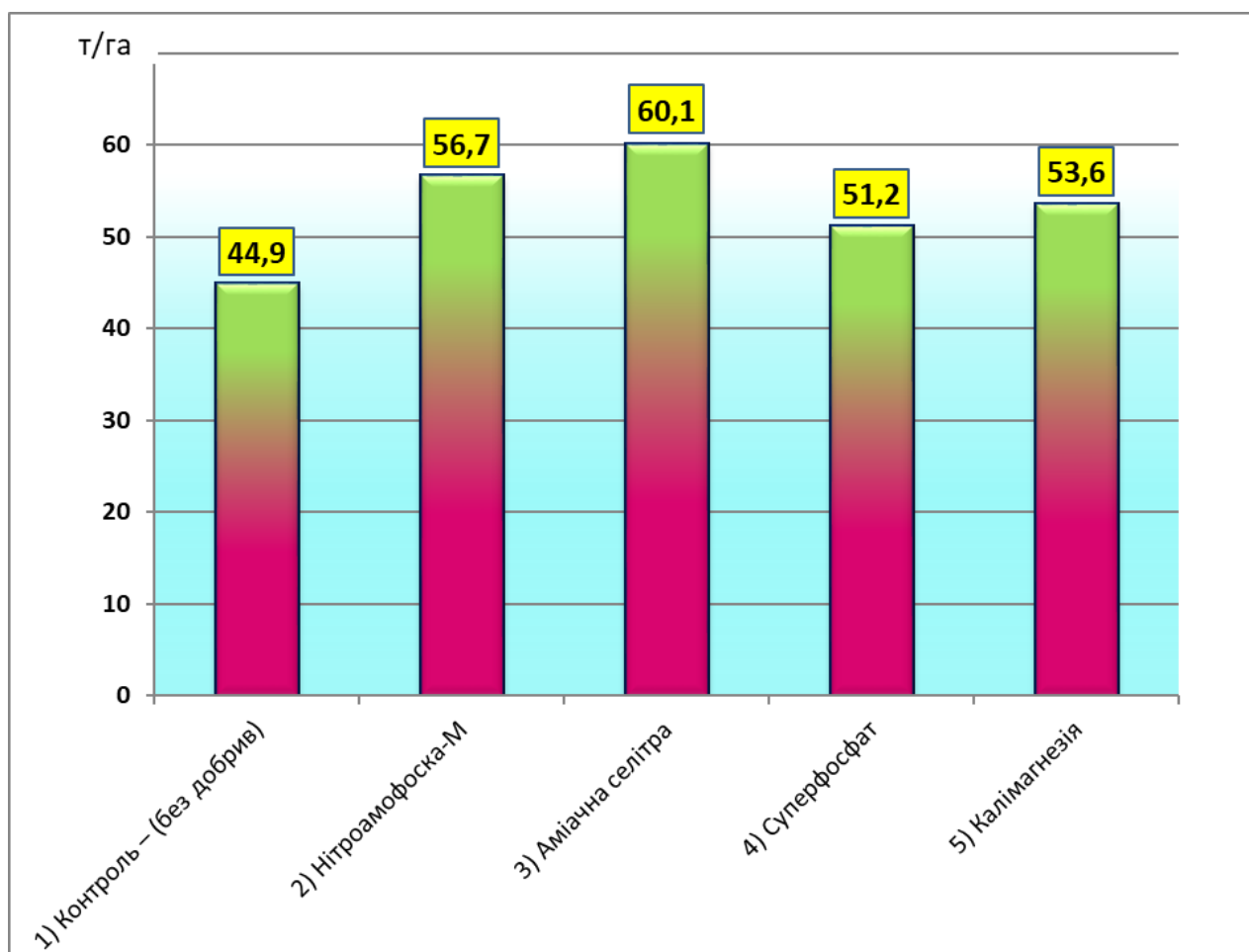


Рис. 3.1. Урожайність коренеплодів буряка столового залежно від мінерального живлення на фоні вапнування ґрунту, т/га

Встановлено, що застосування комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М забезпечило урожайність коренеплодів буряка столового на рівні 56,7 т/га, що перевищує контрольний варіант (без добрив) на 11,8 т/га, або на 26,3%. За внесення калімагnezії та суперфосфату урожайність також зросла і становила відповідно 53,6 та 51,2 т/га, тоді як на контролі цей показник дорівнював 44,9 т/га. Отримані результати досліджень засвідчують, що мінеральні добрива мали позитивний вплив на врожайність коренеплодів буряка столового, при цьому інтенсивність їх дії змінювалася залежно від хімічної природи та агроекологічних характеристик.

Водночас у сучасному сільськогосподарському виробництві поряд із завданнями підвищення урожайності та покращення якості аграрної продукції пріоритетного значення набувають питання збереження і охорони навколишнього природного середовища від техногенного навантаження. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває впровадження природоохоронних і ресурсозберігаючих технологій в умовах кліматичних змін, які спрямовані на раціональне використання та збереження ґрунтових ресурсів, водних об'єктів і атмосферного повітря.

3.6. Агроекологічні заходи направлені на зменшення шкідливого впливу використання мінеральних добрив на навколишнє середовище

У зв'язку з інтенсивним використанням мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві в умовах кліматичних змін нами запропоновано ряд комплексних заходів спрямованих на зменшення їх негативного впливу на стан навколишнього природного середовища:

➤ необхідно суворо дотримуватися технологічних регламентів внесення мінеральних добрив під основні сільськогосподарські культури, а також науково обґрунтованих норм і співвідношень поживних елементів з урахуванням біологічних особливостей конкретних культур;

- важливо забезпечувати оптимальні строки та норми застосування мінеральних добрив з урахуванням властивостей ґрунту, кліматичних умов регіону, форм добрив і фаз розвитку рослин;
- доцільним є поєднання мінеральних і органічних добрив з метою компенсації вуглецю в ґрунті, активізації процесів гумусоутворення, підвищення родючості та забезпечення ґрунтової мікробіоти доступним енергетичним субстратом;
- за наявності відповідних умов рекомендовано поступово зменшувати частку мінеральних добрив, замінюючи їх органічними та сидеративними, орієнтуючись на принципи органічного землеробства та сталого розвитку агроєкосистем;
- для підвищення ефективності засвоєння елементів мінерального живлення рослинами необхідно систематично проводити агрохімічні аналізи ґрунту з урахуванням показників кислотності, а також вмісту потенційних забруднювачів (важких металів, залишків пестицидів, радіонуклідів). У разі виявлення підвищеної кислотності доцільно застосовувати кальцієві меліоранти з метою оптимізації реакції ґрунтового розчину до нейтральних значень;
- за встановлення підвищених концентрацій рухомих форм важких металів у ґрунті слід обмежувати використання мінеральних добрив і впроваджувати заходи з детоксикації та стабілізації забруднювачів у ґрунтовому середовищі;
- необхідно вдосконалювати технології внесення мінеральних добрив шляхом використання сучасних машин і агрегатів, які забезпечують рівномірність розподілу добрив по поверхні поля з нерівномірністю не більше 15%, а також застосовувати високопродуктивні засоби локального внесення основних форм добрив в контексті точного землеробства;
- з метою зменшення втрат азоту та підвищення його утримання в ґрунті рекомендовано віддавати перевагу азотним добривам у амонійній та амідній формах, а також максимально наближати строки їх внесення до періодів сівби або фаз найбільшої потреби рослин в азоті.

➤ з метою зменшення забруднення поверхневих вод місцевих річок поверхневим стоком із сільськогосподарських угідь господарствам доцільно обмежувати тривалість зберігання добрив безпосередньо на полях, використовувати спеціально облаштовані майданчики для їх тимчасового зберігання, не здійснювати внесення добрив по сніговому покриву, а також формувати захисні лісосмуги вздовж полів, здатні затримувати та фільтрувати поверхневий стік;

➤ з метою мінімізації втрат мінеральних добрив їх слід зберігати виключно у спеціалізованих складських приміщеннях, що відповідають встановленим вимогам безпеки. Зберігання добрив на відкритих майданчиках є недопустимим, оскільки вплив атмосферних чинників призводить до погіршення їх фізико-хімічних властивостей;

➤ для зменшення екологічного навантаження на агроєкосистеми доцільно використовувати висококонцентровані гранульовані мінеральні добрива з мінімальним умістом баластних речовин, які не містять важких металів та інших токсичних домішок і відповідають принципам оптимізованого мінерального живлення рослин, зокрема забезпечують збалансоване надходження макро- і мікроелементів, регуляторів росту та інгібіторів нітрифікації;

➤ забороняється застосування мінеральних азотних добрив на ґрунтах із дуже кислою реакцією ($\text{pH} < 4,0$), у межах санітарно-захисних зон централізованих джерел питного водопостачання, на замерзлих або засніжених ґрунтах, а також на ґрунтах із високим умістом легкорозчинних мінеральних сполук;

➤ з огляду на здатність рослин активно поглинати нітратний азот, доцільно мінімізувати період перебування ґрунту без рослинного покриву шляхом упровадження парів, проміжних культур або багаторічних трав. Так, наприклад, культури з глибокою кореневою системою (люцерна) здатні засвоювати нітрати з глибини 2–4 м, що зменшує їх міграцію в ґрунтові води та сприяє оптимізації азотного режиму ґрунту;

➤ рекомендовано впроваджувати системи точного землеробства, які забезпечують диференційоване внесення добрив у відповідних кількостях і просторово визначених зонах поля з використанням GPS-навігації, даних дистанційного зондування Землі та ґрунтових сенсорів, що дозволяє уникнути локального перенасичення ґрунту поживними речовинами та зменшити їх втрати;

➤ необхідно здійснювати постійний контроль якості мінеральних добрив, включаючи екотоксикологічний аналіз на вміст потенційно небезпечних домішок, з метою попередження забруднення ґрунтів і сільськогосподарської продукції.

Розділ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1. Аналіз стану охорони праці у ФГ Мелешка В. П.

Охорона праці в ФГ Мелешка В. П. основа добробуту працівників. Будь-яке суспільство заслуговує на увагу лише тоді, коли воно гарантує своїм громадянам найнеобхідніші права і свободи. Одним із пріоритетних є право на працю та на охорону праці.

В Україні згідно ст.4 Закону України "Про охорону праці" одним із найважливіших державних принципів є задекларований обов'язок власника створювати безпечні та нешкідливі умови праці на його підприємстві. Проте існуючі стосунки в економіко-правовій сфері, складна економічна ситуація в державі спричиняють до зростання рівня виробничого травматизму, професійної захворюваності у всіх галузях. З метою покращення стану охорони праці на підприємствах необхідно розробляти комплексні програми заходів, які б включали організаційні, технічні, технологічні та психологічні заходи та засоби вирішення цієї гострої проблеми [50, 51].

Дуже багато працівників в аграрному секторі економіки України було смертельно травмовано, внаслідок детонації та розриву боєприпасів на замінованих полях, бо йде війна українсько-російська, в якій Україна обов'язково переможе. В багатьох господарствах ще низький рівень організації робіт за контролем та нагляд за станом охорони праці в агроформуваннях різних форм власності та видів діяльності [48].

З метою покращення стану охорони праці в ФГ Мелешка В. П. під час вирощування, збирання та переробці продукції галузі рослинництва необхідно розробляти комплексні програми заходів, які б включали організаційні, технічні, технологічні та психологічні заходи та засоби вирішення цієї гострої проблеми.

Розроблений розділ має за мету проаналізувати існуючий стан охорони праці та розробити пропозиції, які підвищать безпеку праці в ФГ Мелешка В. П..

У ФГ Мелешка В. П. вирішення проблем охорони праці покладено на

службу охорони праці, яку очолює інженер з охорони праці. За своїми функціями та завданнями ця служба прирівнюється до основних виробничих служб та підпорядкована безпосередньо керівникові господарства.

З метою виявлення причин виробничого травматизму та професійних захворювань спеціалісти служби разом із керівниками структурних підрозділів (бригадири тракторних і рілєних бригад, зав. майстернями, зав. током, завскладом та інші.) та головними спеціалістами проводять постійний аналіз травм, захворювань, отруєнь. Для цього використовується статистичний, топографічний, економічний і монографічний методи, які дозволяють розробити профілактичні заходи по запобіганню травмуванню персоналу.

Щорічно розробляється і затверджується розділ “Охорона праці” в колективному договорі між профспілковою організацією та правлінням. Представники профспілкової організації та уповноважені ради трудового колективу з охорони праці проводять громадський контроль за дотриманням адміністрацією взятих зобов'язань щодо забезпечення всіх працівників необхідними засобами [51]

Індивідуального захисту, профілактично–лікувального харчування та проведення необхідних медоглядів, навчання та перевірки знань всіх працівників з охорони праці, проведення необхідних інструктажів і охорони праці, особливо перед напруженими періодами польових робіт [48].

4.2. Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки

Гігієні праці у ФГ Мелешка В. П. приділяється належна увага. Застосування мінеральних добрив є одним із найважливіших факторів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Вирощування буряка столового включає в себе таку операцію, як внесення мінеральних добрив. У виробничих умовах ми використовували мінеральні добрива у формі аміачної селітри, гранульованого суперфосфату і калімагнезій. При роботі з ним дотримуються певних правил, так як мінеральні добрива при необережному

поводження ними негативно впливають на організм людини [51].

Аміачна селітра володіє подразнюючою дією на слизисті оболонки і шкіру, сприяє виникненню опіків, особливо при наявності на шкірі тріщин і малих ран.

Пари фосфорної кислоти, які є в гранульованому суперфосфаті, подразнюють слизові оболонки носа, викликають кровотечу з носа викришування зубів та запалення шкіри.

Подразнюючою дією володіє і калійна сіль. Тому при роботі з мінеральними добривами працівники користуються захисними респіраторами типу МО–І, гумовими рукавицями, мають відповідний спецодяг (халати, фартухи).

Під час обідньої перерви, відпочинку та після закінчення роботи працюючі з мінімальними добривами повинні старанно вимити руки та обличчя водою з милом. Витиратись треба обов'язково тільки чистим рушником. При механічному внесенні мінеральних добрив агрегату пропонується рухатись перпендикулярно до напрямку вітру, щоб зменшити показник зараженості організму механізатора, кабіна в тракторі повинна бути герметично закрита [36].

Під час роботи з мінеральними добривами не дозволяється курити і приймати їжу. Для цього на польовому стані в господарстві використовуються пересувні вагончики, переносні будиночки та легкі навіси. Технологічну наладку тракторів та сільськогосподарської техніки, яка призначена для внесення мінеральних добрив, проводять тільки на стоянках [48, 70].

Мінеральні добрива, що доставляються в мішках зберігаються в заводській тарі. Добрива в пошкоджених мішках, зберігають окремо від основної партії, не змішуючи між собою. На кожному складі мінеральних добрив повинні бути первинні засоби для гасіння пожежі. Склади, призначені для зберігання аміачної селітри розміщують окремо від інших складів сухих добрив, оскільки аміачна селітра може загорітися [51].

Для попередження загрози забруднення навколишнього середовища агрохімікатами необхідно створити чітку систему контролю якості та забезпечення відповідності мінеральних добрив стандартам безпеки для здоров'я

людини та навколишнього середовища при використанні в сільському господарстві. У виробництві добрив пріоритет слід віддавати висококонцентрованій сировині з низьким вмістом токсичних домішок. При виборі типів добрив слід віддавати перевагу тим, які мають мінімальний баласт, враховуючи їх фізико-хімічні властивості [2, 30, 40].

Внесення мінеральних добрив необхідно проводити відповідно до ґрунтово-кліматичних умов, агрохімічних показників ґрунту, суворо дотримуючись норм, розрахованих на конкретну сільськогосподарську культуру та прогнозований урожай, з дотриманням відповідних строків і способів внесення.

Складські приміщення, в яких зберігають вогнебезпечні пестициди обладнують автоматичною пожежною сигналізацією, а при тимчасовій відсутності її будь-якою звуковою сигналізацією для подачі звукового сигналу про пожежу [25].

Для запобігання пожежам в господарстві розробляють організаційні, експлуатаційні та заходи режимного характеру. До організаційних заходів відносять правильне технологічне розміщення машин; недопущення захаращення приміщень, проходів, тощо; організація пожежних служб, навчання працівників правилам пожежної безпеки.

Перед початком роботи проводиться технологічна наладка на спеціально відведеному майданчику, а також проводиться інструктаж на робочому місці. Про проведення даного інструктажу робиться відповідний запис в журналі реєстрації інструктажів [50].

Пестициди й мінеральні добрива зберігають в окремих будівлях. Спільно з ними не можна зберігати хімічні консерванти кормів, кормові добавки, фарби, лаки, харчові продукти та інше.

Пестициди зберігають у заводській тарі (бочках, барабанах, каністрах, скляних бутлях, коробках тощо). На тарі всіх видів повинні бути зазначені найменування препарату, номінальний відсоток діючої речовини, група пестициду, знак небезпеки, маса нетто, а також написи: «Вогнебезпечно» або

«Вибухонебезпечно» (за наявності у препараті відповідних властивостей). До кожної пакувальної одиниці повинні бути додані (приклеєні) рекомендації щодо застосування. На тарі сильнодіючих токсичних, отруйних речовин повинен бути нанесений малюнок черепа зі схрещеними кістками і напис: «Обережно. Отрута!».

Пролиті й розсипані речовини слід негайно видаляти і знешкоджувати. Для цього на складі повинні міститися знешкоджувальні речовини - хлорне вапно, кальцинована сода та інші.

Перевозять пестициди та агрохімікати у присутності відповідальної особи на спеціально обладнаному транспорті, у справній і добре закритій тарі. Будь-які інші вантажі або харчові продукти спільно з ними перевозити заборонено.

Перед початком робіт із обробки сільгоспугідь всю техніку, що використовуватиметься, перевіряють на справність, регулюють розташування робочих органів, норму витрати рідини, випробовують на воді. На корпуси машин наносять написи, що вказують на необхідність застосовувати при роботі ЗІЗ. Такі машини повинні бути обладнані бачком із водою для миття рук.

При застосуванні пестицидів в залежності від його виду і токсикологічних характеристик шкідливої речовини (пестициду) працівників забезпечують необхідними засобами захист. На місці роботи з пестицидами забороняється курити і приймати їжу.

При виконанні робіт з пестицидами в польових умовах їжу приймають в спеціально виділеному і відповідно обладнаному місці на відстані 200 метрів від ділянок поля на яких застосовують пестицид. Тут повинні бути: чиста вода, умивальник, мило, рушник [51, 70].

У ФГ Мелешка В. П. до роботи допускаються лише справні машини, повністю укомплектовані відрегульованими агрегатами, механізмами, вузлами, захисними огороженнями і сигналізацією.

На бурякозбиральних машинах працювати дозволено особам, які мають права тракториста машиніста і посвідчення на право керування цими машинами. До початку роботи обслуговуючий персонал повинен ознайомитись з правилами техніки безпеки і пройти відповідний інструктаж. Далше перевіряють систему

гальм рульового управління і механізмів кріплення болтів.

Кожен комбайн повинен мати медичну аптечку, звуковий сигнал, електроосвітлення. Розпочинати роботу і зупиняти агрегат можна тільки по сигналу комбайнера. Перед включенням робочих органів тракторист повинен звуковим сигналом попередити оточуючих про зустрічні машини, комбайнер і обслуговуючий персонал повинні працювати в заправленому одязі [48].

Технічне обслуговування трактора, регулювання і ремонт проводять тільки при непрацюючому двигуні. При поворотах і розворотах швидкість агрегату не повинна перевищувати 4 км/год. Забороняється знаходитися під час роботи під елеватором який грузить коренеплоди, або в кузові транспортних засобів. При значних переїздах потрібно зафіксувати рухомі рами елеваторів.

З метою подальшого покращення культури виробництва і зниження виробничого травматизму необхідно дотримуватись таких вимог:

- регулярно проводити інструктажі по техніці безпеки і вести їх чіткий облік;
- суворо дотримуватись вимог і правил з техніки безпеки при обробітку ґрунту та внесенні мінеральних добрив;
- обов’язково проводити інструктажі з техніки безпеки перед сівбою,
- протруюванням насіння та обприскуванням рослин;
- проводити профілактичні інструктажі по попередженню пожеж під час збирання врожаю [50].

Лише чітке дотримання вище згаданих вимог дозволить покращити умови і охорону праці при вирощуванні буряка столового.

4.3. Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій

Надзвичайні ситуації – це порушення нормальних умов життя і діяльності на об’єкті або території спричинюване аварією, катастрофою, стихійним лихом, великою пожежею, застосуванням засобів ураження що призвели або можуть призвести до великих людських втрат і матеріальних збитків.

Згідно Закону України «Про цивільну оборону України» та “Положення

про цивільну оборону України” кожен громадянин держави має право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, пожеж, стихійного лиха та на вимогу гарантій забезпечення реалізації цього права від Кабінету Міністрів України, міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, керівництва підприємства, установ і організацій незалежно від форми власності і підпорядкування [53].

На всіх об'єктах підприємства Цивільна оборона організовується з метою завчасної підготовки їх до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи об'єктів та своєчасного проведення рятувальних та інших невідкладних робіт. Відповідальність за організацію і стан цивільної оборони, постійну готовність її сил і засобів до проведення рятувальних та інших невідкладних робіт несе керівник.

Через з повномасштабним воєнним вторгненням росії в Україну дії населення в умовах надзвичайних ситуацій воєнного характеру є пріоритетними. Перш за все потрібно не нехтувати повідомленнями про повітряну тривогу і обов'язково перебувати в укриттях для збереження життя!

За умови розгортання воєнних дій на вашій території при першій можливості покиньте разом із сім'єю небезпечну зону. У разі неможливості виїхати особисто, відправити дітей і родичів похилого віку до родичів, знайомих. Необхідно взяти із собою всі документи, коштовні речі та цінні папери [53].

Підготовку до можливого перебування у зоні надзвичайної ситуації доцільно починати завчасно. Необхідно підготувати «екстрену валізку» з речами, які можуть знадобитись при знаходженні у зоні НС або при евакуації у безпечні райони. Включіть всі доступні вам засоби зв'язку (радіо, телефон, ТВ, інтернет). Зберігайте спокій. Підготуйтеся до тривалого перебування в укритті із запасом їжі, питної води, медикаментів, автономним опаленням та елементами живлення (акумулятором чи генератором).

ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційній роботі здійснено комплексну агроекологічну оцінку застосування різних видів мінеральних добрив на фоні вапнування ґрунту за вирощування буряка столового в умовах Західного Лісостепу. Основну увагу зосереджено на аналізі впливу мінеральних добрив на агрохімічні показники дерново-підзолистих ґрунтів, рівень ферментативної активності, рухомість важких металів, урожайності та якісних характеристики рослинницької продукції в контексті змін клімату.

2. Результати аналізу наукових джерел засвідчили, що кліматичні зміни зумовили суттєві трансформації в аграрному секторі, зокрема у галузях рослинництва та тваринництва. Встановлено, що на території України відбувається зміщення меж агрокліматичних зон Степу в напрямку Лісостепу в середньому на 100 км за умов підвищення середньорічної температури на 1 °С. Водночас доведено, що мінеральні добрива залишаються ключовим чинником інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та важливою складовою забезпечення продовольчої безпеки держави.

3. З агроекологічних позицій оцінка потенційно негативного впливу мінеральних добрив на навколишнє природне середовище передбачає врахування комплексу взаємопов'язаних чинників, серед яких провідне значення мають кількісний і якісний склад добрив, у тому числі наявність домішок, дотримання науково обґрунтованих норм і строків внесення, характер впливу на ґрунтовий комплекс, міграційні процеси біогенних елементів і токсикантів, інтенсивність мікробіологічної активності ґрунтів, зміни якості сільськогосподарської продукції та ризики забруднення водних об'єктів.

4. За вирощування буряка столового гібриду Пабло F1 встановлено, що застосування мінеральних добрив зумовлювало суттєві зміни агрохімічних показників дерново-підзолистого ґрунту. Зокрема, за внесення аміачної селітри зафіксовано найвищий вміст лужногідролізованого азоту — 115,5 мг/кг ґрунту, що перевищувало контрольний варіант на 49,9 мг/кг, або 76,41%. Одночасно у цьому варіанті спостерігалось найбільш виражене підкислення ґрунтового

середовища: значення рН сольової витяжки зменшилося з 5,6 на контролі до 4,7, що відповідає зниженню на 15,5%. Застосування суперфосфату сприяло максимальному зростанню вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті (82,7 мг/кг), тоді як внесення калімагnezії забезпечувало найвищий рівень обмінного калію — 95,3 мг/кг ґрунту.

5. Встановлено, що використання мінеральних добрив істотно впливало на рухомість важких металів у ґрунтовому середовищі, зокрема кадмію, свинцю та хрому. Найбільшу концентрацію рухомих форм важких металів зафіксовано за внесення аміачної селітри: кадмію — 0,164 мг/кг, свинцю — 1,195 мг/кг, хрому — 0,071 мг/кг, що перевищувало контрольні значення на 23–27%. Водночас мінімальний вміст рухомих форм важких металів у ґрунті відзначено на варіанті 2 із застосуванням комплексного фізіологічно нейтрального мінерального добрива пролонгованої дії Нітроамофоски-М, що свідчить про його відносно сприятливий агроекологічний ефект.

6. Отримані результати досліджень підтверджують, що застосування мінеральних добрив сприяло незначному підвищенню ферментативної активності дерново-підзолистого ґрунту, що оцінювалося за активністю пероксидази та поліфенолоксидази. Найвищі значення активності зазначених ферментів — відповідно 110,3 та 137,5 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту — встановлено на варіанті 2 за внесення Нітроамофоски-М. Натомість найнижчу ферментативну активність ґрунту зафіксовано у варіанті з використанням аміачної селітри, що може бути пов'язано з її підкислювальною дією та пригніченням мікробіологічних процесів.

7. Встановлено, що застосування мінеральних добрив по-різному позначалося на формуванні якісних показників коренеплодів буряка столового. Найвищі значення вмісту сухих речовин (15,3 %), суми цукрів (13,2 %) та аскорбінової кислоти (15,7 мг/100 г) зафіксовано у варіанті із внесенням комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М, при цьому концентрація нітратів у продукції залишалася в межах ГДК. Натомість найнижчі біохімічні показники якості коренеплодів відзначено за застосування аміачної селітри та

суперфосфату. Особливу увагу привертає факт підвищених концентрацій нітратного азоту (1612 та 1380 мг/кг маси сирової речовини) у коренеплодах буряка столового саме за використання зазначених мінеральних добрив.

8. Аналіз отриманих результатів засвідчує, що збільшення урожайності коренеплодів буряка столового не завжди супроводжується поліпшенням їх якісних характеристик, що наочно підтверджується результатами застосування аміачної селітри. Ефективність дії мінеральних добрив потребує ширшого оцінювання з урахуванням якісних показників продукції та їх вплив на ґрунт і суміжні середовища.

9. На підставі проведених досліджень обґрунтовано та запропоновано комплекс агроекологічних заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу мінеральних добрив на навколишнє природне середовище в умовах кліматичних змін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: підруч. Київ: ТОВ «СІК ГРУПІ УКРАЇНА», 2019. 560 с.
2. Патика В. П., Макаренко Н.А., Моклячук Л.І. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: монографія. Київ: Основа, 2005. 300 с.
3. Рідей Н. М., Строкаль В. П., Рибалко Ю. В. Екологічна оцінка агробіоценозів: теорія, методика, практика. Херсон: Видавництво Олді – плюс, 2011. 258 с.
4. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія: підручник. Ч. 1. Луцьк: Надстир'я, 2012. 195 с.
5. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія: підручник. Ч. 2. Луцьк: Надстир'я, 2012. 440 с.
6. Лихочвор В. В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур: підруч.. 3-тє вид., переробл. Львів : Українські технології, 2021. 284 с.
7. Волошин М. Д., Черненко Я. М., Іванченко А. В., Олійник М. А. Технологія неорганічних речовин. Частина 3. Мінеральні добрива: навч. посіб. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016. 354 с.
8. Астрелін І. М., Товажнянський Л. Л., Лобойко О. Я., Гринь Г. І. та ін. Технологія фосфоровмісних добрив, кислот і солей: підручник. Харків: НТУ «ХП», 2011. 288 с.
9. Яворський В. Т., Перекупко Т. В., Знак З. О., Савчук Л. В. Загальна хімічна технологія. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2014. 540 с.
10. Хімічна меліорація ґрунтів (концепція інноваційного розвитку) / за ред. С. А. Балюка, Р. С. Трускавецького. Харків: «Міськдрук», 2012. 129 с.
11. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин: навч. посіб. Київ: Логос, 2005. 150 с.
12. Дидів І. В., Дидів О. Й., Дидів А. І. Нітрати в овочах. *Плантатор*. Київ: «АГП Медіа», 2017. №5 (35). С. 16-19.

13. Господаренко Г. М. Удобрення сільськогосподарських культур. Київ.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 276 с.
14. Хацевич О. М., Джус Р. Р. Мінеральні добрива: класифікація, властивості, застосування: навч.-метод. посіб. Івано-Франківськ, 2018. 80 с.
15. Геркіял О. М., Господаренко Г. М., Коларьков Ю. В. Агрохімія: навч. посіб. Умань, 2008. С. 266-269.
16. Кисіль В. І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства. Харків: Вид. «13 топографія», 2005. 167 с.
17. Назаренко І. І., Польчина С. М., Дмитрук Ю. М., Смага І. С. Ґрунтознавство з основами геології: підручник. Чернівці: Книги– ХХІ, 2006. 504 с.
18. Методичні рекомендації з встановлення допустимих концентрацій шкідливих речовин в агрохімікатах / за ред. доктора с.-г. наук Н. А. Макаренко. Київ, 2007. 16 с.
19. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
20. Волошин Н. О. Загальна екологія та неоколонія: навч. посіб. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2015. 335 с.
21. Зацеркляний М, Зацеркляний О, Столевич Т. Процеси захисту навколишнього середовища: підручник. Київ: Фенікс, 2017. 454 с.
22. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2016. 158 с. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f41997447d.pdf>
23. Щорічна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2022 році. Львів, Департамент екології та природних ресурсів Львівської ОДА. 2023. 296 с.
24. Екологічний паспорт Львівської області за даними 2022 року. Львів, Департамент екології та природних ресурсів Львівської ОДА. 2023. 207 с.
25. Львівська область: природні умови та ресурси: монографія / за заг. ред. д-ра геогр. наук, проф. М. М. Назарука. Львів: Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.

26. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля: підручник. Київ: Академія, 2006. 360 с.
27. Надточій П. П., Мислива Т. М., Вольвач Ф.В. Екологія ґрунту: монографія. Житомир: Видавництво “ПП Рута”, 2010. 473 с.
28. Патики В. П., Тараріко О. Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.
29. Фатєєв А. І., Самохвалова В. Л., Мірошніченко М. М., Бородіна Я. В. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт-рослина: методика. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 146 с.
30. Мислива Т. М. Надточій П. П., Герасимчук Л. О. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище. Житомир, 2011. 52 с.
31. Дидів А. Вплив добрив та меліорантів на якість коренеплодів буряка столового при забрудненні ґрунту кадмієм. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : Серія «Агрономія»*. – Київ, 2017. Вип. 269. С. 234–241
32. Дидів І. В., Дидів О. Й., Дидів А. І. Другий шанс столового буряка. Київ: *Агроіндустрія*, 2019. №7 липень. С. 4-9.
33. Шувар І. А., Бунчак О. М., Сендецький В. М. та ін. Виробництво та використання органічних добрив: монографія / за ред. І. А. Шувара. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 596 с.
34. Макаренко Н. А. Оцінка небезпечності важких металів у ґрунті за екотоксикологічним критерієм “рухомість”. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Спец вип. до VI з’їзду УТГА. ч. 3. Київ, 2002. С. 90–91.
35. Балюк С. А. Раціональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти: колективна монографія / за ред. С. А. Балюка, А. В. Кучера. Харків: Смугаста типографія, 2015. 432 с.
36. Цапко Ю. Л., Трускавецький Р. С., Чешко Н. Ф., Калініченко В. М. та ін. Підвищення родючості кислих та гідроморфних ґрунтів: рекомендації. Харків:

Міськдрук, 2012. 36 с.

37. Лихочвор В. В. Петриченко В. Ф. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге видання, доповн. і виправл. Львів: НФВ «Українські технології», 2012. 324 с.
38. Чорний С. Г. Основи агрономічної хімії: навч. посіб. Миколаїв: МНАУ, 2020. 284 с.
39. Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. Природоохоронні технології: навч. посіб. / Вінниця: ВНТУ, 2012. 388 с.
40. Лопушняк В. І. Використання добрив і охорона навколишнього середовища. *Хімія, агрономія, сервіс*. 2011. Листопад. С. 18–23.
41. Медведєв В. В., Лактіонова Т. М., Булигін С. Ю., Тимченко Д. О. та ін. Методика моніторингу земель, що перебувають у кризовому стані. НМЦ проблем ґрунтознавства, меліорації й охорони ґрунтів. Харків, 1998. 88 с.
42. Городній М. М., Бикін А. В., Сердюк А. Г. Агрохімічний аналіз: підручник. Київ: Арістей, 2007. 624 с.
43. Мірошніченко М. М. Добрива: довідник. Харків: Вид-во ХНАУ, 2011. 224 с.
44. Марчук І. У., Макаренко В. М., Розстальний В. Є. Добрива та їх використання: навч. посіб. Київ: Арістей, 2013. 260 с.
45. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. Київ, 2001. 247 с.
46. Ткаченко М. А., Кондратюк І. М., Борис Н. Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів: монографія. Вінниця, ТОВ «ТВОРИ», 2019. 318 с.
47. Фурдичко, О. І. Агроекологія: навч. посіб. Київ: Аграрна наука, 2014. 399 с.
48. Пістун І. П. Охорона праці (практикум): навч. посіб. Львів: «Тріада плюс», 2011. 436 с.
49. Пістун І. П., Березовецький А. П., Березовецький С. А. Охорона праці в галузі сільського господарства (рослинництво): навч. посіб. Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. 368 с.
50. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Безпека життєдіяльності та охорона праці (Практичний курс): навч. посіб. Кам'янець-Подільський: "Думка", 2010. 152 с.

51. Кундієв Ю.І., Яворовський О.П., Шевченко А.М. та ін. Гігієна праці: підручник (ВНЗ IV р. а.). Київ: "Медцина", 2011. 904 с.
52. Кернасюк Ю. Ринок мінеральних добрив. *Агробізнес сьогодні*. <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/10772-rynok-mineralnykh-dobryv.html>
53. Дії населення в умовах надзвичайних ситуацій воєнного характеру. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/abetka-bezpeki/diyi-naselennya-v-umovax-nadzvicainix-situacii-vojenного-xarakteru>
54. Ефективність та дослідження застосування мінерального добрива Нітроамофоска-М виробництва ТзОВ «Тетра-Агро». URL: <https://tetra-agro.com.ua/research>
55. Дидів І., Дидів О., Дидів А. Нітроамофоска-М — формула успіху аграріїв. *Пропозиція*. <https://propozitsiya.com/ua/nitroamofoska-m-formula-uspihu-agrariyiv>
56. Ринок добрив 2022: українська хімія витримала удар, адаптувалася до військових умов і розпочала відновлення. Інтерфакс-Україна. UR: <https://interfax.com.ua/news/blog/880515.html>.
57. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: навч. посібник. Київ: Арістей, 2006. 284 с.
58. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.
59. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT). Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
60. ДСТУ ISO 4405:2005. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 11 с.
61. ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.
62. ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук

свинцю в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.

63. Фатєєва А. І., Пащенко Я. В. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України. Харків: Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського, 2003. 119 с.

64. Warming Stripes for Ukraine from 1850-2024. #ShowYourStripes – Graphics of Global temperature change of Earth from 1850-2024. URL: <https://showyourstripes.info/s/europe/ukraine/all>

65. Адаменко Т. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? Німецько-український агрополітичний діалог. 2019. 36 с. URL: <http://surl.li/oqcs>

66. Як і для чого адаптувати ґрунт до зміни клімату. Екоclub. URL: https://ecoclubrivne.org/soil_adaptation/

67. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. Київ, 2021. 514 с. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>

68. Центральна геофізична обсерваторія (ЦГО) імені Бориса Срезневського. Кліматичні дані по Україні. Середня місячна температура повітря по Україні. URL: <https://surl.li/kbcakj>

69. В Україні агрокліматичні зони змістилися на 200 км. Agravery – аграрне інформаційне агенство. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-agroklimaticni-zoni-zmistilisa-na-200-km>

70. Сакун М. М., Москалюк І. В., Атрашкова О. О., Яковенко А. М. Охорона праці в галузях сільського господарства: Навчально-методичний комплекс. Навчальний посібник для підготовки спеціалістів ступеня «магістр» для всіх напрямків підготовки. Одеса: Видавництво «ВМВ», 2018. 458 с. URL: <https://surl.li/tmaepo>

ДОДАТКИ

Додаток А

Склад та характеристика комплексного мінерального добрива
Нітроамофоски-М марки NPK 9:18:22



Товариство з обмеженою відповідальністю

«ТЕТРА-АГРО»

Україна 80100 Львівська обл. м. Червоноград, вул. Львівська 71.
Тел. +380324943420, Тел.моб.+380931349406, +380673137717,
+380661332677

E-mail: tetra-agro@ukr.net ЄДРПОУ 33775353

ПАСПОРТ ЯКОСТІ № 01/10-23-3

від 10 січня 2023 року

- Об'єкт випробувань: Нітроамофоска – М ТУ У 20.1-33775353-001:2020.
- Пакування: біг – бег 1 (одна) т., мішок п/е 25 кг, мішок п/е 5 кг.
- Мета випробування: Визначення якості.
- Дата та місце відбору: 17.10.2022р., ТзОВ «Тетра-Агро».
- Назва та адреса виробництва: ТзОВ «Тетра-Агро», вул. Львівська, 71, м. Червоноград, Львівська область, Україна, 80100.
- Термін проведення випробувань: 17.10.2022 – 01.11.2022р.

Назва показників, одиниці вимірювань	Фактичний вміст
pH 1% водн. розч., од. pH	6,0
Масова частка води %, не більше	2,0
Масова частка азоту загального (N), %	9,0 ± 1
Масова частка фосфору загального (P ₂ O ₅), %	18,0 ± 1
Масова частка калію загального (K ₂ O), %	22,0 ± 1
Масова частка сірки (SO ₃), %	1,5 ± 0,5
Масова частка кальцію (CaO), %	20,0 ± 1
Масова частка магнію (MgO), %	0,2
Масова частка заліза (Fe), %	0,2
Вміст мікроелементів, мг/кг:	
Цинк (Zn)	100,0
Марганець (Mn)	50,0
Бор (B)	200,0
Гранулометричний склад, %	
Від 4 до 6 мм	98,0
Від 1 до 4 мм	2,0

Внесено в державний реєстр пестицидів та агрохімікатів реєстр. № 13306, серія №А 08285.

Термін агрохімічної придатності – необмежений.

Добрива зберігаються в закритих складських приміщеннях, захищених від потрапляння атмосферних опадів (дощ, сніг), ґрунтових вод та прямого сонячного проміння при температурі від 5°C до 20°C.

Гарантійний термін зберігання добрив – 3 роки з дня виготовлення.

Виробник гарантує відповідність добрив вимогам технічних умов при дотриманні споживачем умов транспортування та зберігання.

Якісні показники вказані на підставі протоколу випробувань № 3301-22-S від 24.10.2022р., виданого ТОВ «УКРАЇНІ САЙЕНС ПАРК» ВСП «Інститут здоров'я та безпеки» за протоколом випробувань №158-16/03/262 від 01.11.2022р., виданого Рівненським обласним державним аграрно-технічним університетом (ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»).

Аналізи виконані по пред'явленому зразку. За відсутності зауважень виставляється несес виробник.

Директор ТзОВ «Тетра-Агро»



Сергій Прокопенко

Додаток Б

Склад та характеристика аміачної селітри
(сорт вищий)

Показник	Параметри
Масова частка, %:	
азоту,	34,4
води, не більше	0,2-0,3
Гранулометричний склад, % :	
масова частка гранул розміром від 1 – 4 мм, не менше	95
в тому числі від 2 до 4 мм, не менше	80
менше 1 мм, не більше	3
Гігроскопічна точка при відносній вологості повітря і $t=20^{\circ}\text{C}$, %	63,3
Об'ємна маса, т/м^3	0,82

Амонійно-нітратне добриво, що містить азот у співвідношенні $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ – 1:1. Виробляється у вигляді білих гранул з жовтуватим або рожевуватим відтінком. Добриво фізіологічно кисле (1ц добрива нейтралізується 0,74ц CaCO_3), водорозчинне, гігроскопічне. При обробці гранул спеціальними гідрофобними добавками, не злежується.

Застосовується у всіх ґрунтово-кліматичних зонах при основному, передпосівному удобренні та для підживлення сільськогосподарських культур.

Доцільно застосовувати весною для підживлення озимих, ярих зернових, овочевих культур локально та поверхнево. Не рекомендується застосовувати восени, так як в добриві міститься 50% нітратної форми азоту, що вимивається з ґрунту промивними водами за рахунок опадів.

Добриво потрібно зберігати в поліпропіленовій тарі яка не пропускає воду та в сухих складських приміщеннях. Селітра аміачна вибухо – та вогнебезпечна.

Норми внесення добрива встановлюються за результатами агрохімічних аналізів ґрунту, біологічних особливостей культур та запланованого врожаю.

Виробник: ПрАТ "РІВНЕАЗОТ". Юридична адреса: Україна, 35331, Рівненська обл. Рівненський р-н, село Городок, вул. Штейнгеля барона, буд. 139А.

Додаток В

Склад та характеристика суперфосфат простий гранульований

Опис Добриво Суперфосфат простий гранульований Р (Са, S) 19-(20-32)

Про добриво:

Суперфосфат простий гранульований Р (Са, S) 19-(20-32) – гранульоване традиційне фосфорне мінеральне добриво, яке можна застосовувати під всі с/г-культури

Препаративна форма:

гранули

Норми внесення:

180-450 кг/га

Переваги Суперфосфата простого гранульованого Р (Са, S) 19-(20-32):

- підходить для використання під усі польові культури та на всіх типах ґрунтів;
- в кожній гранулі добрива присутні всі інгредієнти добрива;
- високий вміст кальцію використовується ще в якості розкислювача ґрунту;
- високий вміст сірки забезпечує збільшення врожайності.

Формула Суперфосфата простого гранульованого Р (Са, S) 19-(20-32):

P ₂ O ₅	CaO	SO ₃
19,0%	20,0%	32,0%

Склад Суперфосфата простого гранульованого Р (Са, S) 19-(20-32):

- **19,5%** - пентоксид фосфору (P₂O₅) загальний;
 - **17,0%** - пентоксид фосфору (P₂O₅) водорозчинний;
 - **19,0%** - пентоксид фосфору (P₂O₅), розчинний у нейтральному цитраті амонію та у воді;
- **20,0%** - кальцій (CaO), розчинний у воді;
- **32,0%** - сірка в сульфатній формі (SO₃).

Суперфосфат простий гранульований – традиційне фосфорне мінеральне добриво. Підходить для використання під усі польові рослини та на всіх типах ґрунтів. Хороші результати дає при удобренні луків і пасовищ, а також постійних насаджень.

Суперфосфат простий гранульований – передпосівне добриво. Його бажано змішати з ґрунтом на глибину 15-20 см. На луках і постійних насадженнях він залишається на поверхні, не покриваючись ґрунтом, і його компоненти поступово переміщуються глибше дощовою водою.

Виробник: Siarkopol (Польща)

Додаток Д

Склад та характеристика калімагнезії

Містить 25–28% K_2O і 8–10% MgO . Масова частка хлоридів обмежується до 20%, вміст води – не більше 4%. Це цінне водорозчинне калійно-магнієве добриво, що містить також невелику кількість сульфатів. Вироблялося в результаті переробки складних полімінеральних руд на Калуському калійному заводі (Україна). При грануляції калімагнезії 45% її гранул зберігає динамічну міцність. Розсипчастість – 100%. При рівних за калієм дозах з калімагнезією вноситься стільки ж хлору, скільки і з хлористим калієм.

Калімагнезія – концентроване мінеральне добриво. До складу калімагнезії входять калій, магній і сірка у вигляді сульфатів. Добриво калій магnezія має високу розчинність і швидко засвоюється рослинами. Каліймагнезія має низький вміст хлору (макс. 3%). Таким чином, це ідеальне джерело калію, магнію та сірки для рослин, чутливих до солі і хлору, таких як фрукти, овочі, виноград, хміль, картопля, соняшник і лісові дерева. Калій магnezія ефективна на всіх типах ґрунтів, незалежно від рН. На легких ґрунтах калімагнезія повинна застосовуватися навесні, щоб уникнути потенційної втрати поживних речовин протягом зими. Застосування добрива калій магnezія також можливо для використання в системах органічного землеробства.

	Марка А	Марка Б
Зовнішній вигляд	Зернистий порошок білий з сірим (рожевим) відтінком	
Масова частка K_2O , % не менше	24,6	22,0
Масова частка K_2O , % в перерахунку на суху речовину, не менше	28,0	25,0
Масова частка MgO , % в перерахунку на суху речовину, не менше	8,0	8,0
Масова частка Na, % в перерахунку на суху речовину, не менше	відсутня	відсутня
Активний глинистий компонент з мікроелементами	відсутній	відсутній
Масова частка хлоридів, % в перерахунку на йон хлору і на суху речовину, не більше	25,0 (при переробці руди постійного складу 15,0)	
Масова частка води, % не більше	7,0	7,0
Гранулометричний склад – понад 5 мм, % не більше	7,0	7,0
Розсипчастість %	100	100

Виробник: «Агросвіт» (Україна).

Додаток Е

Склад та характеристика кальцієвих меліорантів*

Найменування показника	Вапнякове (доломітове) борошно марки А
Межа міцності вихідної карбонатної породи при стисканні в насиченому водою стані	Більше 60 МПа
Сумарна масова частка карбонатів кальцію CaCO_3 та MgCO_3 , %, не менше	87,7
Додатково мінерали та мікроелементи, %:	
- окис заліза Fe_2O_3	0,4
- окис сірки SO_3	6,3
- окис кальцію CaO	46,2
- окис магнію MgO	0,6
Зерновий склад повні залишки на ситах:	
- 5 мм не більше	0
- 3 мм не більше	1
- 1 мм не більше	3
Масова частка вологи, %, не більше	0,2-0,5
Масова частка домішок, %, не більше	
- кадмію	0,0001
- свинцю	0,002
Показник АДР (активно діючої речовини), %, не менше:	82
Відповідає вимогам:	ДСТУ 7446:2011, ГОСТ 14050-93

Примітка: *Вапняк – осадова гірська порода, що складається головним чином з кальциту (CaCO_3) і є найпоширенішим різновидом карбонату кальцію. Вапняне борошно (мінеральний порошок) – отримують розмелюванням вапняків. У воді воно важкорозчинне, тому ефективність його значно залежить від тонини помелу. Вапняне борошно містить карбонатів кальцію і магнію в перерахунку на CaCO_3 більше як 85 %; вологість – не менш як 2 %; вміст часточок розміром 0,25 мм – не менш як 60 %; понад 1 мм – не більш як 10 %. За дією на властивості ґрунту і врожай сільськогосподарських культур на ґрунтах, добре забезпечених магнієм, воно наближається до доломітового борошна.

Вміст активної речовини: гідроксид кальцію ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) – 95–98%. Гашене вапно нейтралізує кислотність ґрунту, покращуючи його структуру.

В Україні, за даними великомасштабного агрохімічного обстеження, більше 20% земель мають підвищену кислотність (низький показник рН). Це означає, що їх родючість низька, і внесення добрив малоефективне. Як наслідок, у сівозмінах переважають культури, стійкіші до кислотності ґрунту, проте менш продуктивні. Знижується й ефективність землеробства. Таким чином, на більшість сільськогосподарських культур підвищена кислотність ґрунту чинить негативну дію, і вони позитивно відгукуються на вапнування. Підвищена кислотність сприяє розвитку в ґрунті грибів, серед яких багато паразитів та збудників різних хвороб рослин.

Виробник: ПП «ЧеркасиВапноПостач» (Україна).