

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ

Кафедра екології
допускається до захисту
«__»_____ 2024 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: «Агроекологічна оцінка застосування мінеральних добрив та їх
вплив на стан ґрунтів в умовах зміни клімату»

Виконав студент групи Еко-71з
спеціальності 101 «Екологія»
Михайлишин Ростислав Андрійович

Керівник Андрій ДИДІВ
Консультант Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2024

3.4. Вплив мінерального живлення на біохімічний склад коренеплодів буряка столового

3.5. Урожайність буряка столового за використання різного мінерального живлення

3.6. Шляхи зменшення шкідливих впливів на довкілля від використання мінеральних добрив в умовах кліматичних змін.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1. Аналіз стану охорони праці у СГТОВ «Горуцьке»

4.2. Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки в СГТОВ «Горуцьке»

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 _____

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	Ковальчук Ю. О., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання 29 травня 2023 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	29.05.23-25.06.23	
2	Написання розділу «Об'єкт, умови та методи дослідження»	26.01.23-17.07.23	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	18.07.23-20.12.23	
4	Написання розділу «Охорона праці та захист населення», формулювання висновків укладання списку літератури	21.12.23-09.10.24	

Студент _____ Ростислав МИХАЙЛИШИН
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Андрій ДИДІВ
(підпис)

УДК 631.8 (477.7):502.522.3:551.455

Агроекологічна оцінка застосування мінеральних добрив та їх вплив на стан ґрунтів в умовах зміни клімату. Михайлишин Р. А. – Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

74 с. текст. част., 9 табл., 10 рис., 67 джерел.

В умовах СГТОВ «Горуцьке» проведено агроекологічну оцінку впливу мінеральних добрив 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, досліджено вплив різних мінеральних добрив на агрохімічні, мікробіологічні та екотоксикологічні показники дерново-підзолистого ґрунту за вирощування буряка столового, досліджено вплив мінерального живлення на біохімічний склад коренеплодів буряка столового та його урожайність.

Запропоновано шляхи зменшення шкідливих впливів на довкілля 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. Адаптація сільського господарства до змін клімату.....	9
1.2. Роль мінеральних добрив у сільському господарстві.....	18
1.3. Екологічні проблеми використання мінеральних добрив.....	23
Розділ 2. ОБ’ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	33
2.1. Загальна характеристика СГТОВ «Горуцьке».....	33
2.2. Агрокліматичні умови.....	35
2.3. Ґрунти господарства.....	38
2.4. Методика проведення досліджень.....	40
Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	44
3.1. Вплив мінеральних добрив на агрохімічні показники ґрунту.....	44
3.2. Рухомість важких металів у ґрунті за використання мінеральних добрив.....	46
3.3. Дія мінеральних добрив на ферментативну активність ґрунту.....	48
3.4. Вплив мінерального живлення на біохімічний склад коренеплодів буряка столового.....	50
3.5. Урожайність буряка столового за використання різного мінерального живлення.....	52
3.6. Шляхи зменшення шкідливих впливів на довкілля від використання мінеральних добрив в умовах кліматичних змін.....	54
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	57
4.1. Аналіз стану охорони праці у СГТОВ «Горуцьке».....	57
4.2. Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки в СГТОВ «Горуцьке».....	58
4.3. Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій.....	61
ВИСНОВКИ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
ДОДАТКИ	41

ВСТУП

Актуальність теми. Мінеральні добрива є одним із ключових факторів підвищення продуктивності рослинництва та забезпечення планети продуктами харчування, оскільки кількість населення вже перевищило 8 млрд. і постійно збільшується. Щорічно у світі використовується 300-400 млн. тонн міндобрив. Органічні добрива та хімічні меліоранти також відіграють важливу роль у сільському господарстві, але їх використання є менш поширеним. Це пов'язано з такими факторами, як зменшення поголів'я ВРХ та екологічні проблеми, пов'язані з використанням органічних добрив [2, 6, 44].

Сьогодні ми відчуваємо кліматичні зміни, які проявляються у підвищенні температури, посухам, повеням, ураганам та іншим катаклізмам. Через це сільське господарство вимушене адаптуватися, впроваджувати нові технології та агротехніку вирощування агрокультур. Змінюються технології мінерального живлення рослин. За таких умов актуальним питанням є проведення агроекологічної оцінки застосування мінеральних добрив, встановлення їх якості та ефективності. Зазначена проблематика є вагомою і має вирішуватися на глобальному рівні. Важливо також знайти баланс між забезпеченням продовольчої безпеки, яка базується на застосуванні мінеральних добрив та захистом навколишнього середовища [40, 66].

Мінеральні добрива забезпечують рослини необхідними елементами живлення, що сприяє їх росту та розвитку, а в цілому значно підвищує урожайність сільськогосподарських культур. За раціонального внесення вони також можуть компенсувати виніс поживних речовин з ґрунту та підвищити його родючість. Крім того, мінеральні добрива дозволяють безпосередньо управляти процесами живлення рослин, що дозволяє отримувати більш якісну та безпечну сільськогосподарську продукцію [11, 16, 37].

Однак використання неякісних високо баластних видів мінеральних добрив потребують розв'язання комплексної проблеми: забезпечити сільське господарство України достатньою кількістю якісних мінеральних добрив і

попередити можливі негативні наслідки для довкілля від застосування низькоякісних видів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Особливо загострюється ця проблема в умовах широкомасштабної війни, зміни клімату та адаптації сільськогосподарських виробників до нових викликів [21, 52].

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

Для досягнення поставленої мети вирішували такі **завдання**:

- дослідити сучасні тенденції адаптації сільського господарства до змін клімату;
- з'ясувати значення мінеральних добрив для сільського господарства та продовольчої безпеки України;
- означити екологічні наслідки застосування мінеральних добрив;
- встановити вплив різних мінеральних добрив на агрохімічні показники дерново-підзолистого ґрунту за вирощування буряка столового;
- визначити ферментативну активність ґрунту залежно від внесення різних видів мінеральних добрив;
- з'ясувати вплив мінеральних добрив на рухомість важких металів у ґрунті;
- дослідити вплив мінерального живлення на біохімічний склад коренеплодів буряка столового та його урожайність;
- запропонувати шляхи зменшення шкідливих впливів на довкілля від використання мінеральних добрив в умовах змін клімату.

Об'єкт дослідження. Процеси формування врожаю та основних біохімічних показників коренеплодів буряка столового залежно від внесених мінеральних добрив, а також їх вплив на агрохімічні, мікробіологічні та токсикологічні параметри дерново-підзолистого ґрунту.

Предмет дослідження. Сорт буряка столового Детройт (французької селекції фірми Clause). 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 бурка 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 67 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 74 сторінок.

Розділ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Адаптація сільського господарства до змін клімату

Зміни клімату за останні десятиліття великою мірою можна вважати справжнім шоком для суспільства не тільки в Україні, а й у світі в цілому. Кліматичні зони зміщуються на північ та захід, спека і посухи стають все більш катастрофічними, багато екстремальних явищ погоди, які раніше були рідкісними, часто повторюються в невластиві сезони та на невластивих для них територіях. Це пов'язано зі зміною клімату, яка позначається на виробництві сільськогосподарських культур, стані ґрунтів, лісів та водних об'єктів, тваринництві та рибному господарстві тощо [65].

В Україні також спостерігається значне підвищення температури. Так, у 2019 році було зафіксоване рекордне перевищення [3]. Подібна тенденція збільшення температурних показників продовжується й до сьогодні, що дуже насторожує (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. – Середньомісячне значення температури повітря в Україні, °С

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Січень	-9,01	-2,07	-3,47	-4,45	-4,28	0,62	-4,4	-5,1	-1,11	-4,05
Лютий	-3,49	-4,92	-9,28	-0,34	0,69	0,43	2,89	-1,92	-4,06	1,9
Березень	2,54	1,98	3,5	-2,09	6,63	5,19	3,68	6,29	-0,91	4,97
Квітень	9,4	9,94	9,78	9,05	10,21	8,33	10,47	8,12	13,63	10,12
Травень	15,88	14,89	16,3	17,28	15,12	14,04	15,29	14,17	18,08	14,86
Червень	19,32	19,35	17,84	19,55	16,72	18,55	19,9	18,67	18,96	22,27
Липень	20,79	20,42	22,36	19,33	21,69	20,18	20,95	19,07	20,17	20,59
Серпень	20,74	19,1	19,24	19,43	19,43	22,13	19,94	20,63	20,98	20,1
Вересень	12,95	14,93	15,06	12,19	14,21	15,87	15,01	14,65	15,81	14,89
Жовтень	5,55	7,23	8,55	10	8,51	6,85	6,65	8,53	10,33	10,73
Листопад	6,3	2,64	5,15	6,03	3,1	4,77	1,77	3,63	2,33	5,99
Грудень	-4,43	1,96	-4,81	0,74	-0,43	2,51	-0,71	1,91	-0,42	2,67
За рік	8,17	8,85	8,41	8,94	9,35	10,01	9,29	9,12	9,56	10,29

Найхолодніший
Найтепліший

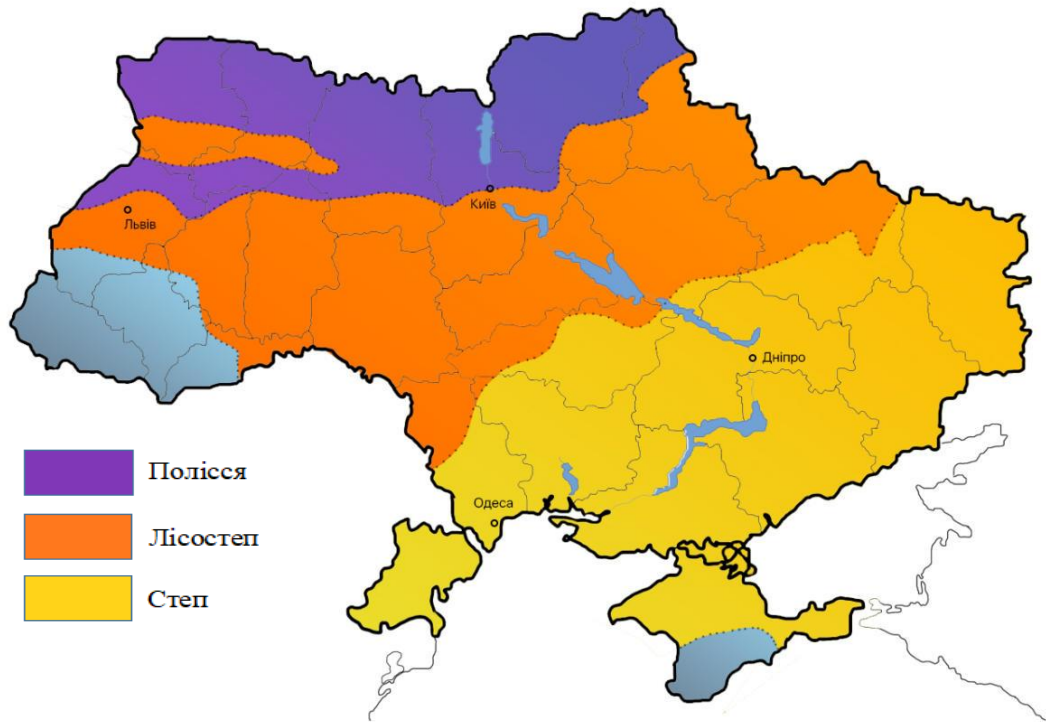
Розвиток сільського господарства пов'язаний із зміною клімату, зокрема з глобальним потеплінням. Із підвищенням температури спостерігається

зниження рівня підземних вод, обміління річок та підвищення мінералізації води, часті весняні засухи, аномально тепла зима, зменшення загальної кількості опадів за рік та особливо за літні сезони впродовж вегетаційного періоду сільськогосподарських культур. За таких умов аграріям доводиться змінювати агротехніку вирощування та культуру землеробства. Змінюються підходи до удобрення багатьох сільськогосподарських культур [66].

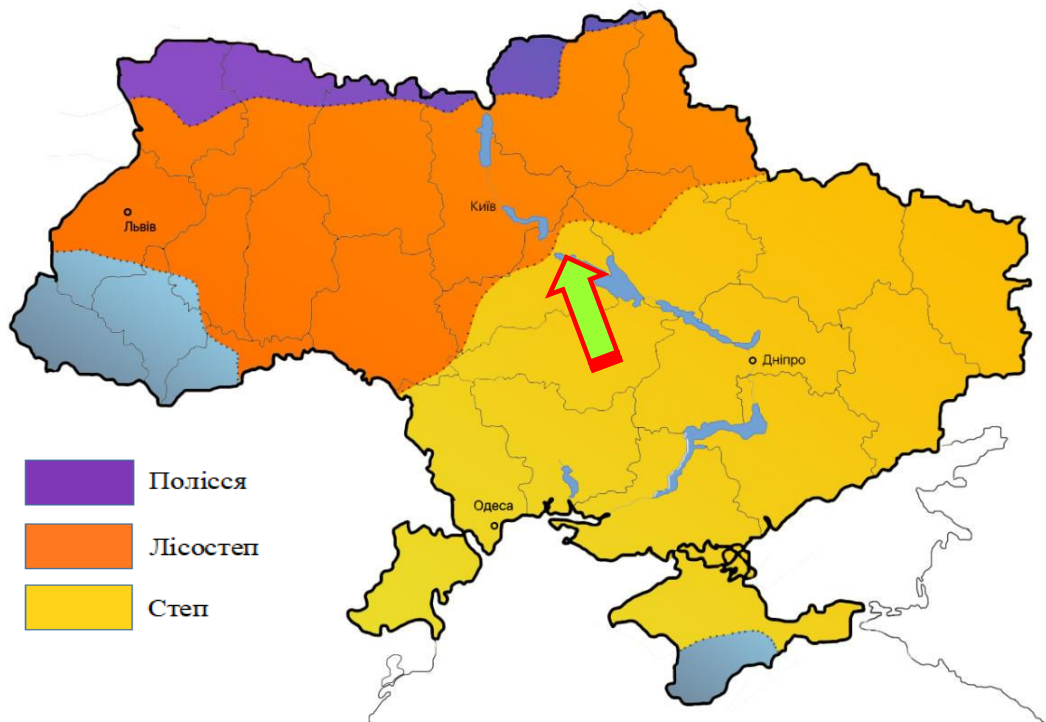
Зміни клімату впливають на ґрунтово-кліматичні умови росту сільськогосподарських культур та дикорослих фітоценозів. Ще 20 років тому у Львівській області ніхто не замислювався про крапельний полив під овочі, вирощування баштанних культур, збільшення в рази посівних площ під соняшник, а в цілому подовження періоду вегетації, що дозволяє збирати два врожаї за рік. Сьогодні це звична справа для більшості фермерів та приватних агросадиб, оскільки нерівномірна кількість опадів та значний дефіцит вологи за останні десятиліття змінив підхід до агротехнологій. До змін клімату пристосовуються аграрії, які переорієнтовуються на вирощування, посухостійких та теплолюбних культур з використанням краплинного зрошення, адаптованих до конкретних агрокліматичних умов [136].

Зі зміною середньорічної температури і кількості накопиченого тепла зона Степу поступово зміщуються на північ, що ставить під ризик зникнення зони Полісся. Підвищення температури на 1°C зсуває межу агрокліматичних зон в середньому на 100 км. В сьогоdnішніх реаліях температура зросла приблизно на 2°C . Таким чином межа агрокліматичних зон в Україні змістилася на північ близько на 200 км (рис. 1.1.) [67].

Кліматичні зміни спричинили реформування у галузі тваринництва: введення нових видів тварин, виведення нових порід адаптивних до переносу спеки, застосування посухостійких сортів кормових культур, створення штучних пасовищ, застосування сорго та тритикале у птахівництві тощо. Зазначимо, що великі витрати прісної води у тваринництві та ліміти на її використання є передумовою для підвищення цін на дану категорію продукції [65].



а) звичне розташування агрокліматичних зон України



б) зміщення на північ агрокліматичних зон України на 200 км

Рис. 1.1. Карта зміщення агрокліматичних зон України у зв'язку із глобальним потеплінням

Кліматолог з Університету Редінга (Велика Британія) Ед Хокінс розробив сайт під хештегом #ShowYourStripes, який показує кліматичні зміни у світі за останні сто років, зокрема масштаби глобального потепління. В основу створення зображення є дані Berkeley Earth – незалежної організації вчених, які досліджують зміни клімату. Чергування смужок холодних і теплих кольорів відповідають різним кліматичним періодам, а саме середнім температурам за рік [64]. З графіку видно про явне потепління в Україні за останні десятиліття (рис. 1.2).

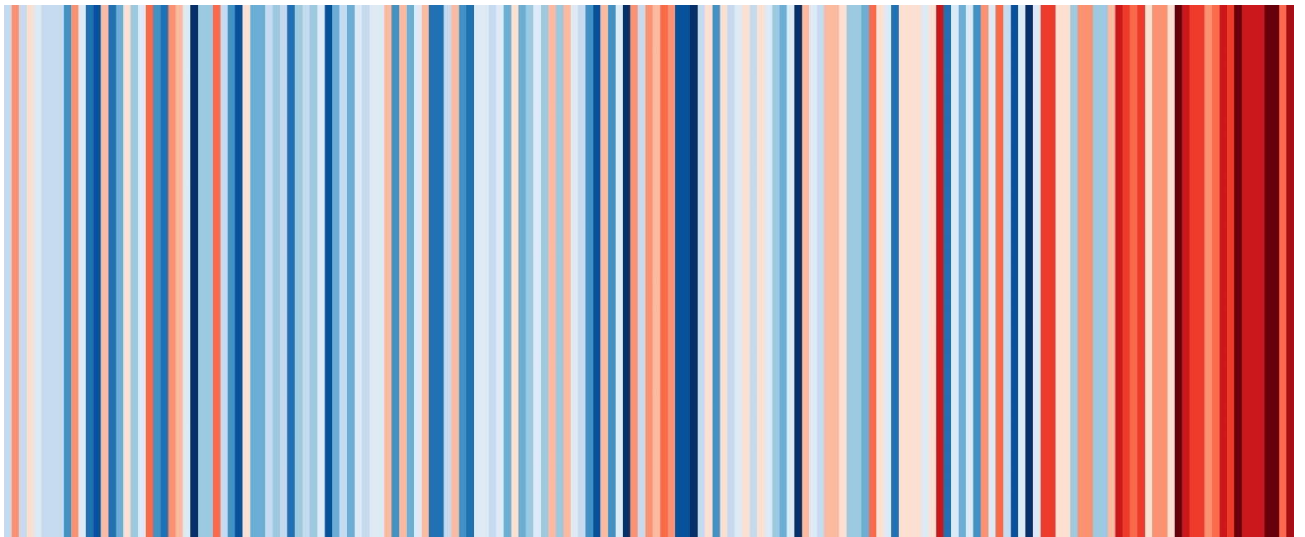


Рис. 1.2. Зміни середньорічних температур в Україні за період з 1850 до 2022 року [64]

Насторожує той факт, що клімат в Україні змінюється в 1,5 рази швидше, ніж у світі, а зокрема в Північній його півкулі. Як відзначають метеорологи, ще тридцять років тому на Херсонщині кількість посушливих днів становила 30-40 на рік, сьогодні – 60-70. На Львівщині температура повітря більше +32°C, що тривала декілька днів взагалі було дивним явищем. Сьогодні таких гарячих днів налічується 10-20 за літній період. Це досить значні підвищення температури через які починаються незворотні зміни клімату, які впливають на розвиток туристичної індустрії та агропромислового комплексу. Клімат безпосередньо впливає на потужність і сезонність туристичних потоків, є природним чинником формування цінової політики в межах головних туристичних районів України [23, 24, 25].

Сільське господарство залежить від кліматичних умов. Зміни середньої

температури та опадів, також екстремальні погодні явища в багатьох європейських регіонах уже сьогодні суттєво впливають на врожайність культур, кількість та якість сільськогосподарської продукції.

Експерти прогнозують збільшення кількості екстремальних погодних і кліматичних явищ у Європі. Як наслідок – збільшення втрати врожаю та своєрідний ризик для тваринництва: поширення шкідників та неадаптовані умови для утримання на фермах. У той же час у Північній Європі прогнозують збільшення тривалості вегетаційного періоду. Це може покращити умови вирощування деяких теплолюбних сільськогосподарських культур [65].

В Україні вплив зміни клімату на сільське господарство матиме як фізичні, так і соціально-економічні наслідки, та буде різним у різних частинах країни (рис. 1.3).

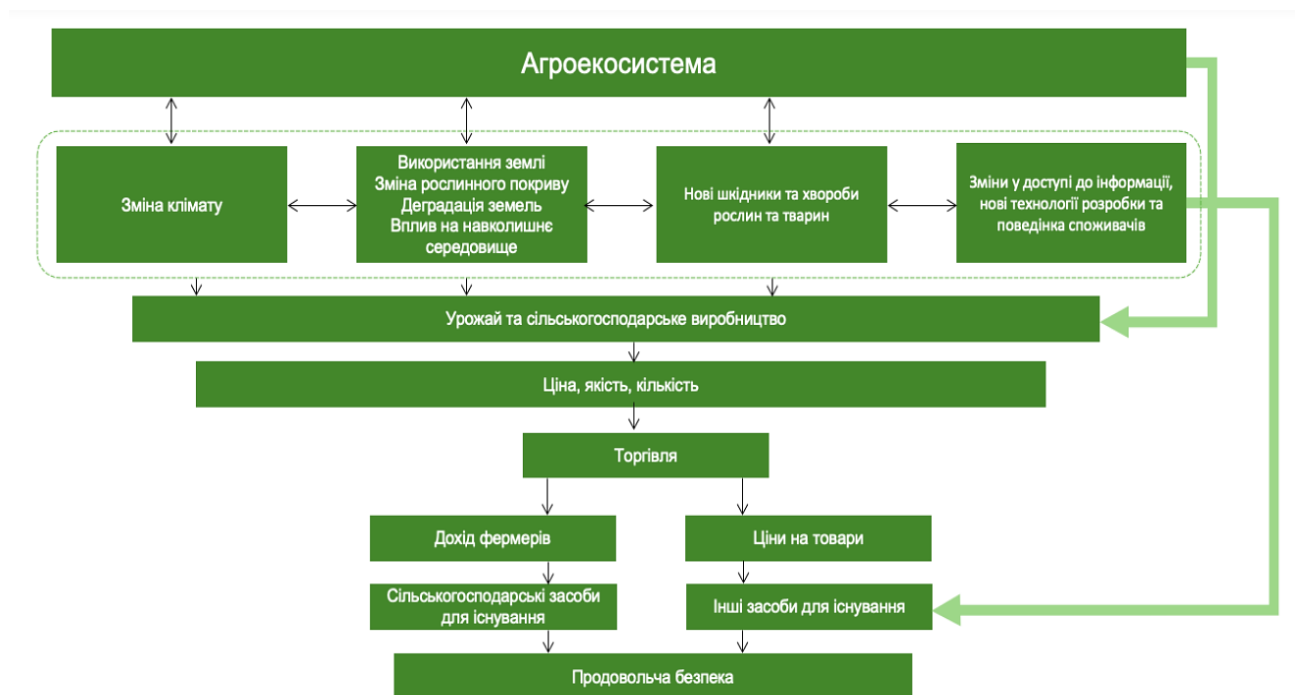


Рис. 1.3. Схематичне зображення каскадних ефектів

Джерело: FAO

Зміна середніх кліматичних показників і екстремальні погодні та кліматичні явища безпосередньо впливають на сільськогосподарський сектор, знижуючи врожайність та погіршуючи якість продукції. Соціально-економічні

наслідки, зміни клімату в галузі сільського господарства впливають на всю економіку, зокрема на ціни продуктів харчування, дохід фермерів та на продовольчу безпеку. Сільське господарство – одна з головних галузей економіки України (частка ВВП майже 10%). Тож швидка адаптація до змін у цій галузі надзвичайно важлива для економіки та соціальної стабільності країни.

Ґрунт – національне багатство, яке перейде у спадок майбутнім поколінням, а також основа сільського господарства. Сьогодні важливо зберегти його родючість і придатність для вирощування агрокультур. Спроможність нормально функціонувати екосистемі – це важлива основа сільського господарства, стійкість і позитивні побічні ефекти – важливі критерії для прийняття заходів щодо адаптації сільського господарства. За підрахунками експертів, більше 90 % світового продовольчого виробництва безпосередньо залежить від ґрунту. Це свідчить про його велике значення для продовольчої безпеки [66].

Ґрунт – це невідновлюваний ресурс, що стає сьогодні дефіцитним. Він відіграє центральну роль у стабілізації клімату. Клімат впливає на багато процесів в ґрунтах: їхнє формування, розвиток, властивості та функції. Враховуючи всі фактори цінності ґрунтів та функцію у формуванні клімату, для їх захисту необхідний перехід до стійкого та органічного сільського господарства. Збереження та раціональне використання ґрунтів зробить їх більш стійкими до кліматичних умов [26, 31].

Традиційна обробка землі сприяє збільшенню вмісту вуглекислого газу в атмосфері. В орному землеробстві на ґрунт впливає низка погодних явищ, зокрема :

– підвищення температури впливає на збільшення біологічної активності в ґрунті. Як підсумок, відбувається мінералізація і розкладання гумусу, водночас подача води залишається незмінною. Це впливає на збільшення викидів вуглецю з ґрунту. Збільшується висихання поверхні ґрунту. Найбільше вітрова ерозія загрожує легким ґрунтам. Відбувається втрата цінного верхнього горизонту ґрунту.

– посилення сильних дощів спричиняє збільшення ерозії ґрунту. Такі дощі вимивають найдрібніші частки ґрунту, що забезпечують його родючість. Як наслідок, у місцях, де сповільнюється потік води, відбувається накопичення змитого ґрунту.

– збільшення ризику замулення на нестійких ґрунтах (до прикладу, лесових). Це пов'язано зі зменшенням інфільтраційної здатності, під час якої ґрунт пропускає через себе менше води за одиницю часу, що збільшує поверхневий стік.

– ризик ущільнення ґрунту внаслідок обробки важким обладнанням у несприятливих ґрунтових умовах. Очікується зменшення часових проміжків, коли ґрунт можна буде оброблювати оптимальним способом, що ще збільшує ризик ущільнення.

– короткі і менші морозні періоди або відсутність морозу, що впливає на зменшення позитивного ефекту фізичного розпушування ґрунту та поліпшення його структури [66].

Об'єднане товариство фермерів Німеччини запропонувало стратегії щодо адаптації ґрунту, орієнтуючись на фактори кліматичного впливу. Серед них:

– підготовка біологічно активного, рухомого, верхнього шару ґрунту з достатнім зв'язком з нижнім шаром ґрунту. Обробка землі (мульчування або прямий посів) може сприяти захисту від ерозії та утворенню гумусу, що утримує воду. Інтеграція поліпшеної структури ґрунту під час сівозміни покращує пористість ґрунту та сприяє її вкоріненню;

– під час сівозміни варто врахувати види стрижневих кореневих систем, що мають властивість проникати до щільніших шарів ґрунту (до прикладу, чергування з коренеплодами). Це впливає на утворення пор, що активує діяльність дощових черв'яків, які розрихлюють землю і створюють сприятливі умови для наступних культур;

– уникати ущільнення ґрунту за допомогою відповідного методу водіння техніки та культивуації;

– важливо дослідити орієнтовне значення вмісту гумусу в орних ґрунтах.

Зокрема, за допомогою програм моніторингу для оцінки впливу різних заходів на динаміку гумусу. Наявність такої інформації є важливою для того, щоб зрозуміти, як кліматичні зміни чи інші фактори впливатимуть на родючість ґрунтів та врахувати їх в адаптаційних заходах;

- польове проектування, орієнтоване на збереження ґрунтів.

- попередження щодо утворення скупчення води на незасіяних ділянках з огляду особливостей місцевих умов за допомогою функційного дренажу і озеленення ділянок, на яких не вирощують врожай. Зменшенню ерозії також сприяють поділ полів, захисні і буферні смуги, зелені смуги тощо [27].

З огляду на це, потрібно змінювати класичний підхід до обробки землі. Це матиме економічні переваги в майбутньому. Європейські аграрії досить давно практикують органічне фермерство – це стало своєрідним позитивним трендом. Україна може перейняти європейський аграрний досвід, зокрема трансформувати галузь у стале сільське господарство, адаптовуючи його до сучасних кліматичних змін розширюючи площі під органічне виробництво.

Основа органічного сільського господарства заснована на стійкому циклічному мисленні. Зокрема, це накопичення гумусу і впровадження різних типів сівозмін. Ґрунт стає стійким до зовнішніх впливів завдяки певним методам обробки, що запобігають його ущільненню і забезпечують важливу функцію сховища вуглецю, що сприятиме захисту клімату [3, 16, 47].

В умовах змін клімату нові культури можуть значно покращити структуру ґрунту. Експерти з інституту садівництва (HBLFA), що розташований у Тіролі, пропонують експериментувати з новими культурами, які позитивно впливатимуть на ґрунт. До прикладу, бобові рослини важливі в органічному сільському господарстві, оскільки беруть участь у розподілі поживних речовин в сівозміні, покращують структуру ґрунту. Згодом їх використовують для відгодівлі тварин [65].

Зміна клімату збільшить посушливі періоди влітку, тож деякі дослідники вважають, що варто вирощувати нові культури: сочевицю або батат. Оскільки основна фаза зростання та розвитку багатьох сільськогосподарських культур

відбувається з весни по осінь, чимало видів рослин вразливі до екстремальної спеки. Через сильні коливання врожайності останніми роками, особливо серед літніх зернобобових культур, вчені звернули увагу на озимі культури.

Сьогодні українські фермери можуть зменшення викиди парникових газів та адаптуватися до зміни клімату. Нижче представлені рекомендації з цієї проблематики:

- Знайти можливість для виробництва та використання відновлюваних джерел енергії у господарстві (тепло та електроенергія, вироблені за допомогою вітру, сонця, біомаси, біогазу або малих гідроелектростанцій).
- Використовувати ефективне опалення та освітлення у будівлях.
- Зменшити обсяг палива, що споживається сільськогосподарською технікою, машинами, застосовувати енергозберігаючі технології.
- Після збирання основних сільськогосподарських культур не залишати оголений ґрунт, а вирощувати низькорослі рослини та рослини, що затримують біогенні елементи.
- Вирощувати багаторічні трави як частину сівозміни.
- Зменшувати оранку та вирощувати траву на торф'яних ґрунтах. Дозволити болотам залишитися болотами, адже при перетворенні на сільгоспземлі вони вивільняють великі обсяги парникових газів.
- Використовувати добрива в оптимальний період часу та кількості яка може бути засвоєна сільськогосподарськими культурами.
- Правильно використовувати гній (зберігання, використання упродовж вегетаційного періоду, негайна оранка після розподілу на полі) для зниження випаровування і вимивання біогенів.
- Запобігати дії водної ерозії створенням протиерозійних насаджень. Вирощувати бобові сидерати (горох, люцерна, кормові боби, конюшина, люпин), як частину сівозміни для отримання азоту необхідного ґрунту та злакові сидерати (овес, пшениця, жито, сорго), які збільшують кількість біогенів в ґрунті, пригнічують бур'яни, структурують та розпушують ґрунт. За рахунок цього зменшується потреба у мінеральних добривах.

- Вирощувати ґрунтопокривні культури (редьку, гірчицю), які очищують ґрунт від нематод, дротяників та патогенних мікроорганізмів, збагачують землю комплексом корисних речовин і є антагоністами злісному пір'ю. Вони зменшують ерозію ґрунту внаслідок сильних дощів і повеней, допомагають краще утримувати вологу в ґрунті під час посухи.

- Застосовувати систему нульового обробітку ґрунту (No-Till) та інші відновлювальні агропрактики.

- Забезпечувати диверсифікацію структури посівів, що дозволяє не тільки покращити родючість ґрунтів, а й отримати стабільний прибуток від вирощування таких культур, як льон, ріпак і соняшник.

- Підтримувати у належному стані наявні на території господарств агролісомеліоративні насадження, а за їхньої відсутності – створювати нові [66].

Адаптація сільського господарства – важливий захід на місцевому та глобальному рівнях. Адаптаційні заходи у цьому секторі повинні різнитися у всіх аграрних регіонах України і бути стратегічно спланованими окремо до кожного із них [65]. Зауважимо, що в Європі традиційне сільське господарство частково зникає, натомість, з'являється стале та органічне – стійкіше до кліматичних реалій. Варто також пам'ятати, що здоровий ґрунт – це основа сталого сільського господарства і продовольчої безпеки.

1.2. Роль мінеральних добрив у сільському господарстві

Для підтримання позитивного балансу поживних речовин у ґрунті, недопущення подальшої деградації ґрунтів, необхідно вносити добрива. Оскільки перспективи виробництва органічних добрив незначні внаслідок зменшення поголів'я ВРХ, переведення тваринництва на інтенсивні технології, обов'язковим має бути повернення органічної маси в ґрунт у вигляді побічної продукції: солома, гичка тощо. Дуже важливо якнайширше використовувати зелені добрива – сидерати [6].

Основним джерелом повернення поживних речовин у ґрунт є мінеральні

добрива. Це основа інтенсивних технологій та прибуткового господарювання. Мінеральні добрива становлять найвагомішу частку (до 50%) у структурі витрат на технологію. Тому, науково-обґрунтоване застосування добрив є базисним елементом технології на якому вибудовуються в чіткому взаємозв'язку всі інші [27].

Майже всі мінеральні добрива отримують із солей, отриманих із природних мінералів, що відрізняються за складом залежно від родовищ, а також із азоту, що міститься в атмосферному повітрі. Приклади цих продуктів включають суперфосфати, солі калію, сульфати, нітрати та фосфати амонію. Примітно, що для живлення і росту рослин необхідна наявність до 60 хімічних елементів [7, 17].

Клітковину на 90 % утворюють С, О, і Н, 8-9 %- N, Р, К, Mg, Са, 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 рослини використовують з ґрунту [37]. Піраміда живлення рослин (рис. 1.4).

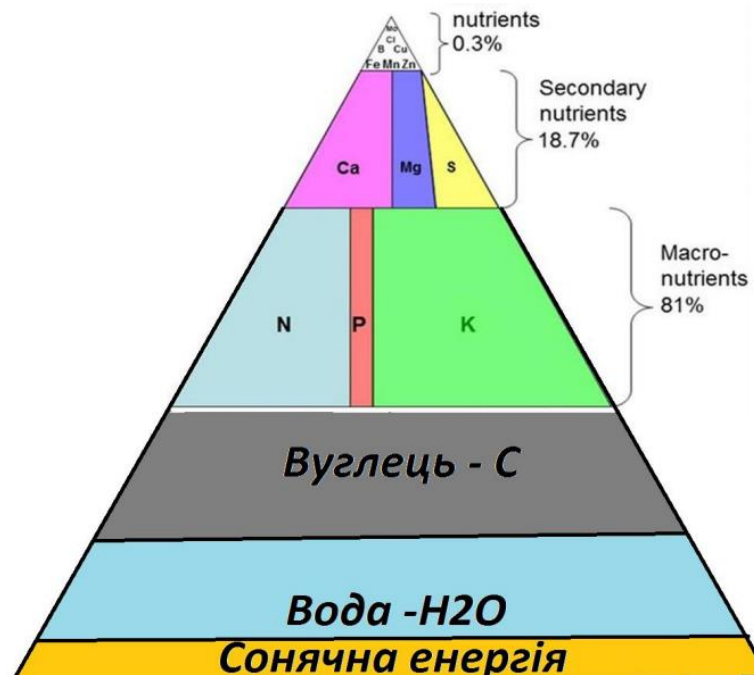


Рис. 1.4. Піраміда живлення рослин

Особливо важливу роль відіграє Нітроген, він входить до складу білків, які є основою рослинного і тваринного життя. Білки – основна складова частина протоплазми і ядра клітини. Нітроген входить до складу хлорофілу, з допомогою якого рослини отримують карбон з CO₂ і акумулюють сонячну енергію [11, 44].

Сполуки фосфору відіграють важливу роль у дихальних і репродуктивних процесах рослин, утворюючи невід'ємні компоненти ферментів і вітамінів. Насіння містить значну кількість фосфору, переважно у формі складних білків, відомих як нуклеопротейни, які беруть участь у побудові хромосом — носіїв генетичної інформації. Повне використання фосфору рослинами сприяє підвищенню якості насіння, стійкості до морозів і посухи, а також підвищує вміст крохмалю в картоплі та сахарози в цукрових та столових буряках [5, 8].

При внесенні в ґрунт мінеральних добрив калій відіграє вирішальну роль у підвищенні врожайності сільськогосподарських культур і їх загальної якості. Калій, поряд з азотом і фосфором, є ключовим елементом живлення рослин, сприяючи перетворенню азоту в білки. Крім того, калій і магній сприяють підвищенню морозо- та посухостійкості рослин, що особливо актуально для України в умовах переважаючих змін клімату. Крім того, калій і магній підвищують стійкість культур до захворювань, пропонуючи значну перевагу, зменшуючи потребу у фунгіцидах [1, 32].

Кількість внесених добрив на 1 га посівної площі в сільськогосподарській практиці коливається в наступних межах: азотні – від 30 до 300 кг (N_2), фосфатні – від 45 до 200 кг (P_2O_5), калійні – від 40 до 250 кг (K_2O). При внесенні в ґрунт повного добрива, тобто азоту, фосфору і калію, використаних в необхідних кількостях, урожай культур підвищується в 1,3-3,2 рази. Використання добрив не тільки підвищує врожай, але й покращує якість сільськогосподарських продуктів: збільшує вміст білку в зерні, крохмалю в картоплі, цукру в буряках і винограді, збільшує міцність волокон бавовни, льону, рослини стають витривалими, легше переносять морози і посуху [5, 15].

Приріст врожаю сільськогосподарських культур за внесення основних елементів живлення змінюється залежно від характеру ґрунтів, кліматичних умов, якості добрив, агротехнічних заходів і ін. (табл. 1.2).

Тим не менш, важливо стежити, щоб кількість внесених добрив не перевищувала необхідну кількість, оскільки перевищення рекомендованої норми може призвести до погіршення якості врожаю та шкоди навколишньому

середовищу [16, 38, 40].

В Україні, що характеризується різноманітністю ґрунтово-кліматичних умов і різноманітністю вирощуваних культур, попит поширюється не лише на значний обсяг добрив, а й на різноманітний асортимент [32, 52].

Таблиця 1.2. – Підвищення урожайності сільськогосподарських культур за внесення у ґрунт азоту, фосфору і калію

Культура	Приріст урожаю (ц), за внесення 1 т		
	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O
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

Незважаючи на позитивні тенденції, що спостерігаються в останні роки, сучасне використання мінеральних добрив у вітчизняному сільському господарстві залишається порівняно низьким. Це стає очевидним, якщо порівняти поточну практику з рекомендаціями вчених і експертів у цій галузі, а також з контрольними показниками, встановленими багатьма розвиненими країнами світу.

Зокрема, за даними проведеного аналізу інформації ФАО ООН, фактичний рівень внесення мінеральних добрив у різних країнах світу є досить високим [56]. Передусім найвищий показник спостерігається у Нідерландах, де безпосередньо в середньому із розрахунку на 1 га наявної земельної площі використовуються для сільськогосподарського виробництва 258 кг мінеральних добрив у перерахунку на 100% основних поживних речовин, 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, Туреччині – 107 кг (рис. 1.5.).

Важливо підкреслити, що комплексні мінеральні добрива, які містять дві або більше поживних речовин із добре збалансованим складом, на сьогоднішній день є найбільш поширеними та економічно вигідними. Ці добрива є кращими, оскільки вони усувають потребу в окремому внесенні різних добрив, що призводить до значного зниження витрат на основні методи підживлення [54, 55].



Рис. 1.5. Рівень використання мінеральних добрив у сільському господарстві різних країн світу

Джерело. Розраховано за відкритими даними ФАО ООН

Фосфорні добрива служать для прискорення росту та розвитку міцної кореневої системи. Фосфор сприяє збільшенню об'єму плодів і загального врожаю. Сільськогосподарські культури з дефіцитом фосфору сповільнюють ріст, що призводить до зниження якості врожаю, погіршує товарний вигляд плодів, утруднює розвиток зерна польових культур. Примітно, що фосфору не вистачає альтернативних джерел поповнення в ґрунті, окрім добрив [8, 43].

Калійні добрива відіграють вирішальну роль у зміцненні стійкості рослин до несприятливих умов навколишнього середовища. Овочі, збагачені калієм, виявляють підвищену стійкість до хвороб і низьких температур. Калій сприяє росту глибших і міцніших коренів, захищає посіви, коли не вистачає інших поживних речовин, підтримує фотосинтез і може перешкоджати виникненню хвороб культур. Правильне застосування калійних добрив забезпечує стійкість до кліматичних змін і грибкових загроз [1, 6, 11].

Азотні добрива стимулюють ріст листя та інших надземних частин рослини. Якщо в основному їх вносять під час весняної обробки ґрунту, то восени доцільно внести третину азотних добрив для подальшого позитивного впливу на рослини. Дефіцит азоту знижує стійкість до хвороб, послаблює листя, знижує врожайність, а

надлишок гальмує розвиток плодів і сприяє надмірному росту листя [4, 5, 38].

Мікродобрива постачають рослини необхідними для росту і розвитку речовинами. З інтенсифікацією сільського господарства виникає нагальна необхідність їх використання, тим більше, що ґрунти поступово збіднюються на необхідні мікроелементи. Підвищені стандарти якості сільськогосподарської продукції ще більше збільшують попит рослин на мікродобрива [6, 7, 37].

Україна є одним із найбільших виробників мінеральних добрив у Європі. У 2021 році країна виробила 4,75 млн тонн добрив, що становить близько 2% світового виробництва. Проте у 2022 році через війну ринок значно знизився [56].

Мінеральні добрива продовжують відігравати значну роль для багатьох господарств, виступаючи вирішальним елементом у досягненні високопродуктивної сільськогосподарської продукції. Вони сприяють балансу поживних речовин у ґрунті та підвищують урожайність сільськогосподарських культур. З агроекологічної точки зору ефективно та раціонально застосовувати мінеральні добрива разом з органічними, які поповнюють баланс вуглецю у ґрунті (основа гумусних речовин) та є енергетичним матеріалом для ґрунтової мікробіоти [21, 33, 38, 40].

Таким чином, застосування мінеральних добрив сприяє підвищенню врожайності, покращенню якості продукції та зміцненню стійкості рослин у несприятливих умовах, що пов'язані із зміною клімату. Крім того, мінеральні добрива відіграють певну роль у частковій компенсації виносу поживних речовин із культурою та протидії втратам під час вимивання. Однак надзвичайно важливо застосовувати їх розумно та на основі наукових принципів.

1.3. Екологічні проблеми використання мінеральних добрив

Катастрофічно для довкілля є вирощування високих врожаїв за інтенсивної технології, що базується на значно більших норм мінеральних добрив, які перестають бути обмежуючим чинником. Подальший ріст урожайності, згідно із законом Лібіха, вже залежить від елемента живлення, який є в мінімумі. Часто нестача декількох грам одного з необхідних мікроелементів може обмежити

засвоєння інших елементів живлення і зупинити подальше зростання врожайності навіть на високих фонах NPK. За високих норм NPK різко збільшується швидкість, тривалість та обсяги засвоєння мікроелементів [1, 2].

Мікроелементи не можуть бути замінені іншими поживними речовинами. В таких умовах необхідно врахувати екологічні аспекти, а саме за внесення підвищених норм мінеральних добрив значна частина NPK, може не засвоюватись культурою, а отже втрачається, вимивається, забруднюючи навколишнє середовище. Тому для більш ефективного засвоєння рослинами елементів живлення необхідно раціонально застосовувати мінеральні добрива (враховуючи в них вміст і співвідношення мікро- та макро елементів) разом з органічними добривами, здійснювати за потребою такий важливий захід як вапнування ґрунту, що дасть можливість підвищити врожайність та якість продукції, а також зменшити негативний вплив інтенсивних технологій на навколишнє природне середовище [10, 36, 40, 46]

З кінця XVIII століття глобальне сільськогосподарське виробництво стало свідком посилення інтенсифікації, що стало можливим завдяки використанню високоврожайних сортів і гібридів, зрошенню, передовій механізації, комплексному захисту рослин із застосуванням пестицидів і застосуванню мінеральних добрив для посилення росту рослин. За останні сімдесят років споживання цих агрохімікатів значно зросло, що призвело не тільки до збільшення сільськогосподарського виробництва, але й до забруднення навколишнього середовища [2, 7, 16, 14].

Важливо відзначити, що всі мінеральні добрива є хімічними сполуками зовнішнього походження. Залежно від складу вони поділяються на прості (містять один основний поживний компонент) і складні (містять щонайменше дві основні поживні речовини). До простих мінеральних добрив, класифікованих за конкретними поживними речовинами, які вони забезпечують, належать азот, фосфор, калій, магній, сірка тощо. Комплексні добрива також класифікуються як комплексні, комплексно-змішані та змішані. За безпосереднім впливом на ґрунт і рослини мінеральні добрива поділяють на фізіологічно та біологічно кислі, хімічно та фізіологічно лужні та фізіологічно нейтральні [43, 44].

Класифікація мінеральних добрив на основі їх потенційної небезпеки базується на системі показників, яка враховує їхній вплив на екотоксикологічні, агрохімічні та гідрохімічні аспекти агроєкосистеми. У межах визначених показників мінеральні добрива поділяють на 4 класи небезпечності (згідно з рекомендаціями ВООЗ щодо поділу хімічних речовин): I – високонебезпечні; II – небезпечні; III – помірно небезпечні; IV – малонебезпечні. Діапазон показників у межах класів небезпечності визначають за існуючими українськими і міжнародними нормативами [16, 21] (табл. 1.3).

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

Встановлена система класифікації мінеральних добрив дозволяє проводити їх агроєкологічну оцінку, полегшуючи ідентифікацію можливих негативних наслідків і дозволяє своєчасно вводити обмеження на використання добрив, які не відповідають певним екологічним стандартам в агровиробництві [44].

Негативні наслідки застосування мінеральних добрив є виключно результатом недотримання науково обґрунтованих принципів їх виробництва, транспортування та застосування. Наприклад, систематичне застосування кислих добрив, насамперед азотних, може призвести до підвищення кислотності ґрунту (табл. 1.4).

Тривале використання добрив однієї категорії може призвести до накопичення в ґрунті аніонних залишків, таких як сульфати та хлориди, що сприяє засоленню ґрунту. На жаль, ці несприятливі наслідки виходять за межі потенційної шкоди навколишньому середовищу від нераціонального використання мінеральних добрив [7, 14].

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

При сучасному підході до використання мінеральних добрив приблизно 50% діючих речовин засвоюється рослинами, а решта розсіюється за межі ріллі, спричиняючи забруднення навколишнього середовища, зокрема поверхневих водойм. Результати цих процесів відрізняються залежно від конкретного типу мінеральних добрив, які використовуються [2, 6].

Фосфорні добрива мінімально забруднюють навколишнє середовище через їх низьку мобільність у природному середовищі. Однак їхнє застосування на ранніх вегетативних стадіях рослин, у тому числі на мерзлих ґрунтах, підвищує ймовірність потрапляння фосфорних добрив у природні водойми через ерозію ґрунту. Це може призвести до розмноження одноклітинних водоростей, відомого як «цвітіння», що призведе до евтрофікації водойми. В таких умовах відбуваються анаеробні процеси, що утворюють зони з сірководнем [3]. Характеристика фосфорних добрив (табл. 1.5).

Крім того, фосфорні добрива є основним джерелом сполук важких металів і радіонуклідів, які потрапляють на орні землі, створюючи певні ризики, коли потрапляють в екосистему. Вміст шкідливих речовин у фосфорній сировині, що видобувається в кар'єрах, неоднаковий, тому застосування фосфорних добрив має бути обов'язковим для контролю агрохіміків та екологів [8, 26, 30, 34].

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

Класифікація В. Патики та Н. Макаренка класифікує мінеральні добрива за впливом на ґрунтову систему [2]:

– директивна (пряма) дія: це результат токсичних домішок мінеральних добрив, особливо небезпечними забруднювачами є ВМ, галогени, радіонукліди тощо. До цієї категорії відносяться фосфорні добрива.

– непряма (індирективна) дія: це пов'язано з фізичними та хімічними властивостями мінеральних добрив, які проявляються як хімічні, фізіологічні, біологічні кислотні (лужні) характеристики, впливаючи на ґрунтовий комплекс. Ці добрива змінюють реакцію ґрунтового розчину, напрямок синтезу і розпаду гумінових сполук, активність біохімічних і мікробіологічних процесів.

– Отже, вони модифікують рухливість біогенів і токсикантів, потенційно активізуючи міграційні процеси в системах «добриво-ґрунт-рослина» і «добриво-ґрунт-природна вода». Азотні добрива, переважно фізіологічно кислі або лужні, є яскравими прикладами в цій категорії (рис. 1.6).

Наведена нижче категорія є дещо умовною. Зокрема, хоча фосфорні добрива можуть змінити реакцію ґрунтового розчину, цей вплив не такий виражений, як у випадку з азотними добривами. Азотні добрива здатні вводити токсичні елементи, хоча й у меншій мірі, ніж фосфор.

Примітно, що, виходячи з цієї класифікації, більшість калійних і комплексних добрив займає проміжне положення.



Рис. 1.6. Поділ мінеральних добрив за особливостями впливу на ґрунтову систему

Вплив мінеральних добрив на кислотно-лужні властивості ґрунту має чіткі особливості. В даний час агрохімічна наука дає достатньо доказів того, що мінеральні добрива викликають зміну кислотно-основних властивостей ґрунтів. Основною причиною негативного впливу мінеральних добрив на кислотно-лужні властивості ґрунту є процес біологічного окислення азоту з утворенням кислот (у прикладі з сульфатом амонію – HNO_3 і H_2SO_4). У ґрунті кислоти нейтралізуються, вступаючи у взаємодію з бікарбонатами ґрунтового розчину і катіонами вбирного комплексу [6, 37].

Через деякий час у ґрунтовому вбирному комплексі, крім іонів H^+ з'являється обмінний Al^{3+} , який токсичний для багатьох рослин. Вже при концентрації у розчині 2 мг/л Al спостерігають різке погіршення розвитку кореневої системи, порушується вуглецевий, азотний, фосфатний обмін у рослинах. Вищі концентрації алюмінію призводять до різкого зниження врожаю зернових культур і навіть їхньої загибелі [11].

Підвищення кислотності ґрунтового розчину може істотно впливати на рухомість у ґрунті багатьох хімічних елементів, у тому числі токсичних та радіоактивних, тим самим активізуючи перехід їх у рослини та міграцію за профілем

грунту [38]. У кислих ґрунтах ($\text{pH} < 6,5$) рухомість таких елементів як Zn, Mn, Cu, Fe, Co, B та ін. значно збільшується. Вплив мінеральних добрив на геохімічні властивості ґрунтів проявляється не стільки у привнесенні низки елементів-забруднювачів, скільки у зміні особливостей міграції окремих груп ВМ, що зумовлює їхню рухомість. Зменшення рН на 1,8-2,0 одиниці призводить до збільшення рухомості Zn у 3,8-5,4 рази, Cd у 4-8, РЬ – у 3-6 і Cu у 2-3 рази [3, 30, 34].

Серед традиційних мінеральних добрив, які можуть активно впливати на кислотно-основні властивості ґрунту, найбільшою активністю характеризуються азотні, серед яких ті, що зміщують рівновагу ґрунтового розчину в бік: підкислення – аміачна селітра $\text{NH}_4 \text{NO}_3$, аміак рідкий NH_3 , аміак водний 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 $\text{NH}_4 \text{Cl}$, сечовина (карбамід) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$; підлуження – натрієва селітра NaNO_3 (16% N), кальцієва селітра $\text{Ca} (\text{NO}_3)_2 - 3\text{H}_2\text{O}$ (17,5% N) [4, 7, 14].

На кислотно-основні властивості ґрунту, хоча і меншою мірою, впливають також калійні і фосфорні добрива. Серед калійних добрив на першому місці калімагnezія $\text{K}_2\text{SO}_4 \text{MgSO}_4$; на другому – K_2SO_4 і на третьому – KCl . Калійні добрива, де присутній іон SO_4^{2-} , спричиняють збільшення розчинності алюмінію, й обмінна кислотність зумовлена саме його вмістом. Фосфорні добрива здебільшого мало впливають на зміну кислотно-основних властивостей ґрунтів - вони здатні спричинити лише слабе підкислення (суперфосфати), або дещо знижувати кислотність ґрунту (преципітат, мартенівський шлам, знефторений фосфат, фосфоритне борошно) [40, 44].

Використання мінеральних добрив може істотно змінювати біогеохімічний колообіг речовин, що нерідко призводить до загострення екологічних проблем. Використання мінеральних добрив сприяє включенню біологічно активних елементів (БАЕ) у різні типи міграції, які послідовно змінюються. При видобуванні і виробництві мінеральних добрив БАЕ включаються у техногенну міграцію, при застосуванні – у біогенну. Усі ці типи міграції є складовими єдиного біогеохімічного колообігу хімічних елементів у біосфері [2, 21, 40].

Поступово нагромаджено дані, які свідчать, що при систематичному

застосуванні добрив спостерігають тенденції до підвищення валового вмісту важких металів, на фоні чого відбувається істотне збільшення кількості їхніх рухомих сполук у ґрунті. Встановлено, що систематичне тривале (60 років) застосування баластних та концентрованих мінеральних добрив на дерново-підзолистому ґрунті призвело до нагромадження рухомих форм Cd, Mn, Mo [30].

Крім того мінеральні добрива можуть сприяти нагромадженню у підвищених кількостях хлору, який негативно впливає на сільськогосподарські рослини. Характер його дії проявляється у зниженні кількості хлорофілу у листі, інтенсивності фотосинтезу, погіршенні водного режиму і транспірації. Хлор має високу здатність до горизонтальної та вертикальної міграції, поряд з цим він може рухатися з висхідними токами води [2, 5].

Серед хімічних елементів I класу небезпечності (Cd, Pb, As, F), що надходять у агроєкосистеми з мінеральними добривами, найбільше внесено фтору. Низкою досліджень показано, що внаслідок тривалого застосування мінеральних добрив у ґрунті відбувається інтенсивне нагромадження фтору. Доведено, що з фосфорними добривами у ґрунт надходить 2-12 кг/га фтору на рік: при внесенні 60 кг/га P_2O_5 у вигляді суперфосфату до ґрунту може надійти 6-8 кг фтору [2, 9].

Мінеральні добрива, що містять фосфор, можуть призводити до збільшення у землях сільськогосподарського використання хімічних елементів, які мають природну радіоактивність. У ґрунт з простим суперфосфатом надходить значна кількість стабільного стронцію, що пов'язано перш за все з місцем знаходження кар'єру з видобутку фосфорних руд, а відтак природними концентраціями радіоізоотопів [3, 21].

За розмірами надходження в агроєкосистеми з мінеральними добривами хімічні елементи I класу небезпечності можна розмістити у низхідній послідовності: $F > Pb > As > Cd$. Близько 70% БАЕ надходить в агроєкосистеми з фосфорними добривами, з азотними – близько 11%, калійними – 6%, вапняковими матеріалами – 13% [3, 34].

Використання мінеральних добрив може істотно змінювати біогеохімічний колообіг речовин, що нерідко призводить до загострення екологічних проблем, у тому числі зумовлених станом підземних та поверхневих вод. У Швеції понад 70%

азоту і 50% фосфору надходить у водоймища з сільськогосподарських угідь; у США знайдено високі концентрації азоту (10 мг/л) у річках, що протікають через аграрні райони; У Німеччині 54% азоту надходить у водоймища з сільськогосподарських угідь, 24 – з промисловими скидами і лише 22% – з побутовими стоками [7]. До речовин, що являють загрозу природним водам, належать біогенні елементи і передусім сполуки азоту, а також важкі метали, фтор, хлор та ін. Біогенні та токсичні елементи у природні води можуть надходити внаслідок як горизонтальної, так і вертикальної міграції [26, 34].

Поряд з процесами забруднення водоймищ токсичними елементами і сполуками, важливе значення має вплив мінеральних добрив на процеси *евтрофікації*. Поверхневий стік біогенних елементів мінеральних добрив активізує процеси евтрофікації. Найрозповсюдженішим проявом евтрофікування водоймищ є *цвітіння води*. Воно властиве всім гіпертрофним водоймам і зумовлено масовим розвитком синьо-зелених ціанобактерій, які продукують токсини. Токсини синьо-зелених ціанобактерій належать до високотоксичних природних сполук, які діють на центральну нервову систему, а також порушують вуглеводневий та білковий обмін. Вважається, що евтрофікація водойм починається при вмісті у воді азоту в концентрації 0,2-0,3 мг/л, фосфору – 0,01-0,02 мг/л [9, 20, 26].

Токсична дія евтрофікованого водоймища може бути зумовлена також нагромадженням нітратів і нітритів. У періоди активного росту і подальшого розкладання водоростей у водойму надходить велика кількість азотовмісних речовин, у тому числі біологічно активних амінів. Коли вони взаємодіють з нітратами та нітритами, утворюються висококанцерогенні нітрозаміни. Для пом'якшення вимивання азоту впроваджуються такі методи, як використання інгібіторів нітрифікації, азотних добрив із повільним вивільненням і вуглецевих покращувачів ґрунту. Ці заходи сприяють перетворенню ґрунтовими мікроорганізмами нітратів в органічні сполуки [7, 15, 32].

Значний вплив на гігієнічні якості сільськогосподарських культур мають мінеральні добрива. Існує велика кількість доказів, що встановлюють пряму залежність між використанням азотних добрив і накопиченням надмірної кількості

нітратів у сільськогосподарських рослинах, що призводить до зниження якості [12].

До основних негативних наслідків внесення мінеральних добрив відносяться забруднення верхніх шарів ґрунту потенційно небезпечними важкими металами, галогенами, радіонуклідами тощо; зміна кислотно-лужних властивостей ґрунту внаслідок внесення мінеральних добрив; вплив на біологічну активність ґрунту; стимулювання процесів міграції токсичних і біогенних елементів як у горизонтальному, так і у вертикальному напрямках. Ці зміни в ґрунті викликають порушення в сусідніх компонентах агроєкосистеми. Баластні речовини з добрив при внесенні в ґрунт можуть порушувати фізіологічні процеси в рослинах, що призводить до погіршення якості. Крім того, вони посилюють міграційні процеси, сприяючи погіршенню якості підземних вод [1, 2, 16, 40].

Добрива з вищою концентрацією діючої речовини, як правило, мають нижчий рівень домішок, що знижує ризик забруднення агроєкосистем. Серед досліджуваних добрив аміачна селітра виділяється найменшим вмістом токсичних домішок. За вмістом токсичних домішок серед мінеральних добрив лідирують фосфорні добрива. Серед калійних добрив сульфат калію має найвищий вміст домішок. Особливої уваги заслуговує моніторинг забруднення кадмієм, фтором і свинцем [27, 30].

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 висококонцентрованої 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.

Розділ 2

ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика СГТОВ «Горуцьке»

Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю «Горуцьке» засноване 24.03.2000 році (далі СГТОВ «Горуцьке»). Господарство займається вирощуванням зернових та овочевих культур. Основний вид діяльності: вирощування сільськогосподарських культур (озима пшениця, соя, столовий буряк, капуста білоголова, морква, картопля). Також господарство займається тваринництвом. Розводять свині, велику рогату худобу та к.

У господарстві діє соціальне забезпечення працівників, яке включає організацію харчування, доставку на роботу, забезпечення працівників житлом, у разі необхідності, організацію навчання та відпочинку. Агроном підприємства (в особі директора) систематично проходить підвищення кваліфікації, відвідання семінарів, днів поля, виставок, конференцій.

Банк землі: в оренді – 1240 га; в обробітку – 1235 га; площі, ще плануються додати в обробіток – 15 га. Всього в оренді – 547 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 Гірське (рис. 2.1.). Відстань від районного центру (м. Стрий) – 38 км, від обласного центру (м. Львів) – 53 км. До найближчої залізничної станції (с. Пісочна) – 15 км.

Директор: Петришин Василь Петрович: Кількість працівників – 9 осіб (включно з директором). Стрийський район (Стрийщина) – район у Львівській області України, утворений 2020 року (рис. 2.1). Районний та адміністративний центр — місто Стрий. Населення становить 325 491 особа. Площа району 3854 км².

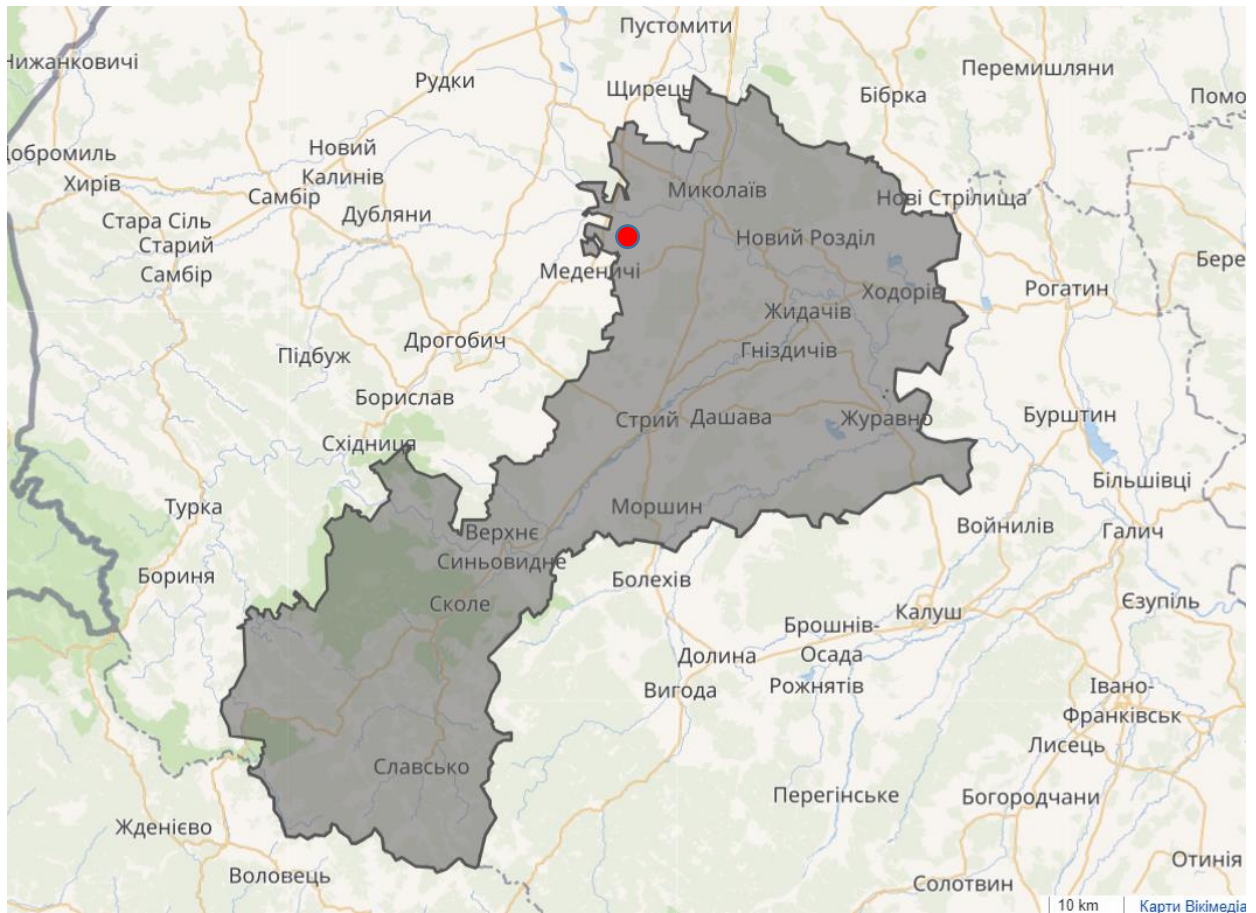


Рис. 2.1. Мапа Стрийського району Львівської області

Район створено відповідно до постанови Верховної Ради України № 807-IX від 17 липня 2020 року. До його складу увійшли: Стрийська, Жидачівська, Миколаївська, Моршинська, Новороздільська, Сколівська, Ходорівська міські, Гніздичівська, Журавненська, Славська селищні, Грабовецько-Дулібівська, Козівська, Розвадівська, Тростянецька сільські територіальні громади.

Стрийщина багата на природні ресурси, зокрема ріки та ліси. У фізико-географічному відношенні територія району охоплює рівнинний район Прикарпаття, частина якого вкрита лісами (переважно бук, граб, ялина, смерека). Територією району протікають 19 річок. Серед них Стрий, Дністер, Свіча, Сукіль, Бережниця. Водний басейн складає 264 км [25].

Стрийський район належить до рівнинної агрозони, зони м'ясо-молочного скотарства з вирощуванням картоплі, цукрових буряків, овочів, льону-довгунця і на перспективу – ріпаку.

2.2. Агрокліматичні умови

Агрокліматичні ресурси – природні ресурси, які визначають можливості сільськогосподарського виробництва того чи іншого регіону. В першу чергу до них відносяться термічні ресурси та ресурси зволоження, які характеризують умови росту та розвитку сільськогосподарських культур і визначаються сумою додатних температур повітря за період між датами переходу через 10°C , а ресурси зволоження – різними коефіцієнтами.

На території Львівської області помірно континентальний, вологий клімат: м'яка з відлигами зима, волога весна, тепле літо, тепла суха осінь. Середня температура січня -5°C , липня від $+18^{\circ}\text{C}$ у центральній частині області та до $+12^{\circ}\text{C}$ в горах. Річна кількість опадів коливається від 600 мм на рівнині до 1000 мм в горах.

Формується клімат під впливом радіаційних умов, циркуляції повітряних океанічних та континентальних повітряних мас. Перші з них поширюються у вигляді циклонів із Атлантичного океану; влітку вони зумовлюють хмарність, опади, зниження температури повітря, взимку — снігопади. З цими повітряними масами пов'язані західні та південно-західні вітри. Суха і холодна погода в зимовий період спричинена дією східних антициклонів.

Термічний режим характерний рисами континентальності. Амплітуда річних коливань повітря – $23-24^{\circ}\text{C}$. Середня температура найтеплішого місяця (липень) – $+18 - +19^{\circ}\text{C}$, найхолоднішого (січень) – $-4,5 - -5^{\circ}\text{C}$. Найвищі показники середньої температури повітря у липні характерні для південної частини області ($+18,8^{\circ}\text{C}$), найнижчі — для західної і центральної частин ($+18 - +18,5^{\circ}\text{C}$) (рис. 2.2.).

Кількість денної сонячної радіації — від 532 кал/см^2 у червні до 130 кал/см^2 у грудні. Радіаційний баланс становить майже 40 ккал/см^2 за рік. Висота Сонця над горизонтом у червні в полудень досягає 63-650, у грудні 17-190, під час рівнодення — 40-420. Тривалість дня — 8-16,5 год.

Вітри (найчастіше північно-західні та південно-західні, найменше —

північні та південні) характерні для всіх пір року, особливо для літа. Активна циклонна діяльність зумовлює велику кількість опадів.

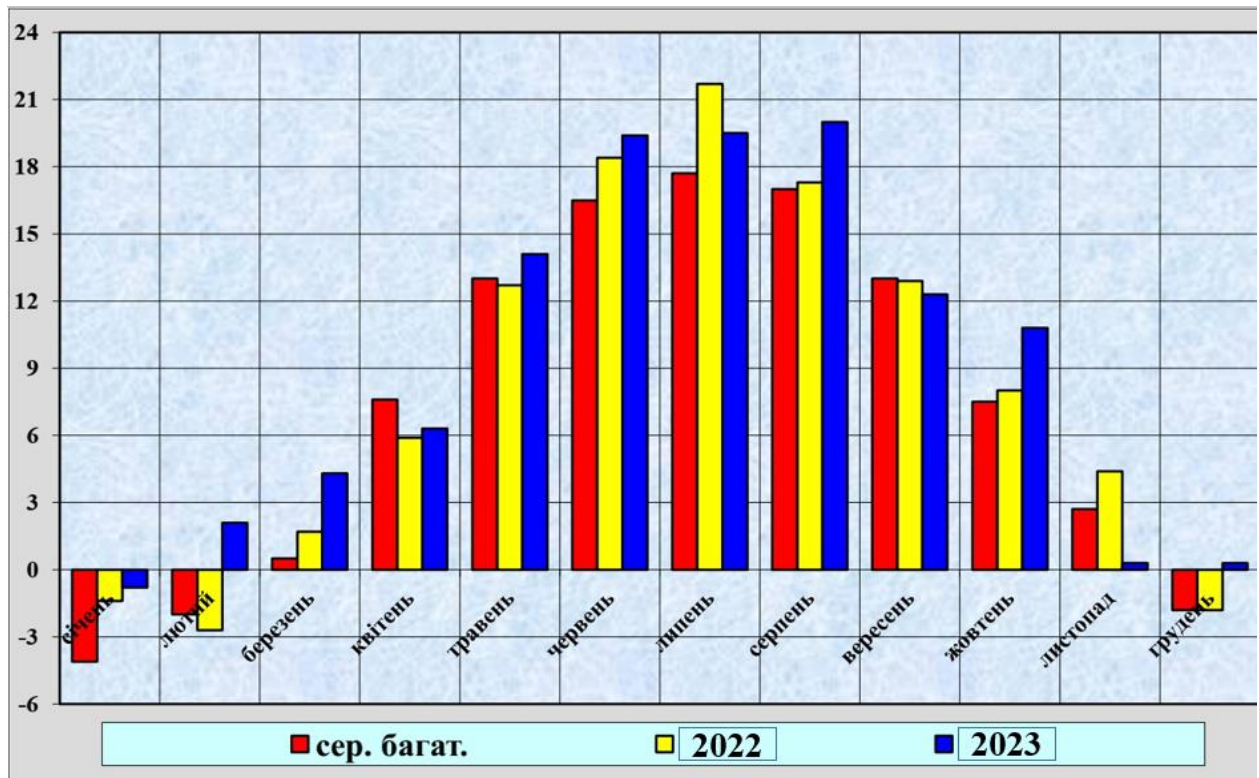


Рис. 2.2. Температура повітря у СГТОВ «Горуцьке», С°

Опади тут випадають помірно Упродовж року на клімат області впливають повітряні маси з Атлантики, що зумовлюють циклональну погоду, континентальне повітря: взимку проникають відроги сибірського антициклону, що спричиняють холодну погоду, влітку впливає азорський максимум, навесні й на початку осені — холодні арктичні повітряні маси [25].

У межах Львівщини випадає достатня кількість опадів (550—700 мм за рік). Найбільше — на заході та північному заході (понад 650 мм за рік), найменше (550 мм за рік) — на крайньому південному сході. Переважна більшість опадів (70–75 %) випадає в теплий період року, найменше — взимку. Влітку часто бувають зливи, нерідко — грози, іноді — град (рис. 2.3.)

Річний коефіцієнт зволоження — 1,10 на півночі і заході, 1 — у центральній частині, 0,92 — у південно-східній районах області [24].

Сніговий покрив на території області випадає зазвичай — у другій

половині листопада і тримається до початку березня. Товщина — 8-10 см, максимуму досягає у другій декаді лютого. Дати танення снігового покриву припадають на кінець березня, з коливанням від другої декади лютого до першої декади березня. Найбільша висота снігового покриву (9–16 см) буває в другій декаді лютого. Річний коефіцієнт зволоження — 1,10 на півночі і заході, 1 — у центральній частині, 0,92 — у південно-східній районах області.

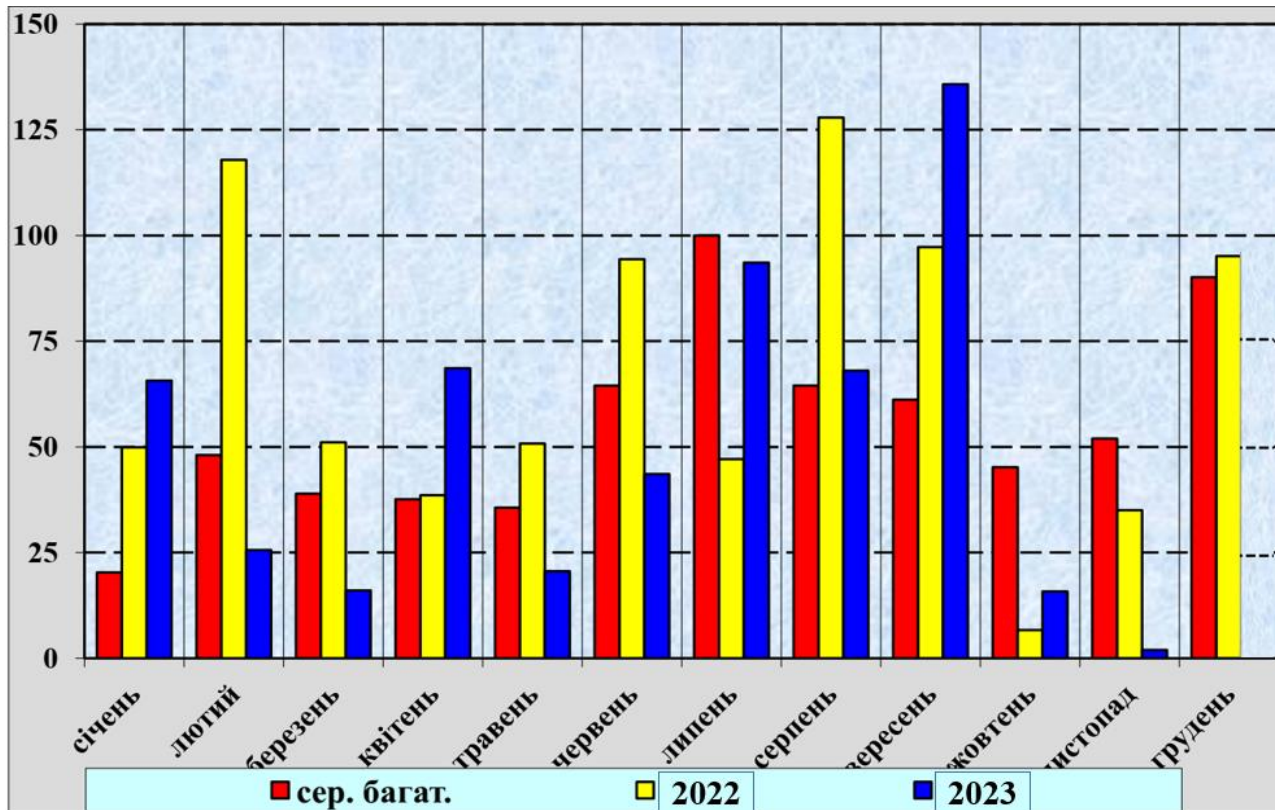


Рис. 2.3. Кількість опадів у СГТОВ «Горужке», мм

Клімат усієї території області сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема озимої та ярої пшениць, ячменю, жита, вівса, цукрових буряків, картоплі, овочевих і кормових культур, у південній частині — винограду, абрикос, персиків, ранніх овочів тощо. В окремі роки в області можливе вимерзання посівів озимих культур, трапляються пізні весняні й ранні осінні заморозки, змивання посівів під час злив, вилягання зернових та інше. Загалом умови зволоження і температурний режим забезпечують потреби рослин Лісостепової зони у теплі, світлі та волозі [24, 25].

2.3. Ґрунти господарства

Характерною рисою природи Стрийського району є абсолютна перевага місцевостей низьких терас (заплави і перша та друга тераси Дністра і Стрия), у зв'язку з чим тут переважають перезволожені землі з дерновими і лучними ґрунтами, які займають понад 89% усієї площі. Проте, на відміну від Дрогобицького передгір'я, тераси низького ярусу тут менше заболочені і не так широко затоплюються під час сильних паводків.

Тераси середнього ярусу з покривом лесових суглинків і лучно-чорноземними ґрунтами трапляються лише фрагментарно, наприклад, б околицях м. Жидачів, яке розташоване на останці третьої і четвертої терас, і займають менше 2% площі району. Тераси високого ярусу, що складені галечниками і покриті важкими суглинками, поширені лише вздовж краю Карпат і несуть на собі дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти, які займають близько 8% загальної площі. Ліси державного фонду вкривають лише 2% території, що свідчить про значні антропогенні зміни в природних комплексах району [25].

Меліорація перезволожених земель і заходи щодо боротьби з катастрофічними повеннями і паводками на ріках Дністер і Стрий є невідкладними господарськими завданнями цього району. Проте, розробляючи їх, слід мати на увазі, що причини виникнення паводків треба шукати за межами району, в Карпатах. Саме тут слід в першу чергу проводити лісомеліоративні і гідротехнічні заходи, які допоможуть приборкати стихію. У межах Стрийського району, на який виливаються гірські повеневі та паводкові води Дністра і Стрия, першорядне значення мають гідротехнічні заходи боротьби: обвалування заплав, закріплення русел тощо.

Найважливішим засобом виробництва у сільському господарстві є земля. Одночасно вона є і предметом виробництва, на який людина активно впливає внесенням добрив, обробітком тощо з тим, щоб мати максимальну кількість продукції при мінімальних затратах праці і коштів.

Варто зазначити, що ландшафт господарства у достатній мірі сприятливий

для обробітку ґрунту. Характеризується в основному рівнинами та подекуди незначними западинами. Основний обробіток ґрунту полягає в луценні стерні та оранці під такі культури як озима пшениця та ріпак, а також овочеві. При необхідності використовують глиборозрихлювачі та дискування. За такої агротехніки одержують запрограмований урожай належної якості.

Ґрунти у господарстві дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні, трапляються лучні та сірі лісові ґрунти. Агрохімічна характеристика дерново-підзолистих ґрунтів СГТОВ «Горуцьке», на яких проводилися дослідження, наведено нижче.

Дерново-підзолисті ґрунти. Клімат зони розповсюдження цих ґрунтів гумідний бореальний, $K_z > 1$, континентальний або різкоконтинентальний. Рельєф різноманітний – як рівнинний, так і розчленований. Ґрунтоутворні породи – водно-льодовикові, моренні, стародавньоалювіальні, в основному безкарбонатні різного гранулометричного складу. В Україні переважають супіщані. Рослинність – змішані ліси (південна тайга) з трав'янистим покривом.

Щодо генезису дерново-підзолистих ґрунтів, то найбільш розповсюджена теорія полягає в твердженні, що дерново-підзолисті ґрунти утворились під дією підзолистого та дернового процесів. Ця дія може бути як сумісною, так і почерговою при зміні типу рослинності; Будова цілинного дерново-підзолистого ґрунту така:

Нл – лісова підстилка потужністю 3-5 см;

Не – гумусово-елювіюваний, світло-сірий або білястий, потужністю 5-30см, дрібногрудкуватий з горизонтальною подільністю;

Е – підзолистий, у вигляді плям або суцільний, потужністю до 30 см, білястий або зовсім білий, плитчастий, пластинчастий або лускуватий, часто зустрічаються конкреції $R(OH)_3$ із домішками гумусу й глинистих часток;

І – ілювіальний, темно-бурий (у легких – червонувато-бурий), щільний, грудкувато-призматичний або горіхуватий, потужністю 20-120см, затікання органо-мінеральних колоїдів;

Р – материнська порода [31].

Склад і властивості дерново-підзолистих ґрунтів пов'язані зі ступенем розвитку підзолистого процесу ґрунтоутворення. Гранулометричний та хімічний склад змінюються по профілю аналогічно вище описаним підзолистим ґрунтам. Гумусу мало (1,7% в Н_e), Фізико-хімічні властивості залежать від гранулометричного складу, породи, ступеня розвитку підзолистого процесу. Кислотність рН сол. (5,6). Вміст нітратів 82 мг/кг. Середній вміст легко гідролізованого азоту (N) – 65 м/кг, рухомого фосфору (P₂O₅) – 53 мг/кг, обмінного калію (K₂O) – 79 мг/кг ґрунту.

Отже, дерново-підзолисті ґрунти у СГТОВ «Горуцьке» є цілком придатні для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема овочевих. Вони мають невисокий вміст гумусу. Проте для підвищення родючості ґрунтів у господарстві слід проводити вапнування ґрунту (для зменшення кислотності), більше вносити органічні добрива, застосовувати сидеративні (зелені) добрива, мінеральні добрива поєднувати із органічними.

2.4. Методика проведення досліджень

Протягом 2022 – 2023 рр. в умовах СГТОВ «Горуцьке» проводили дослідження з вивчення впливу різних мінеральних добрив на агроекологічний стан дерново-підзолистих ґрунтів за вирощування буряка столового. В результаті досліджень було запропоновано порівняльну агроекологічну оцінку різним видам мінеральних добрив.

Для проведення досліджень використовували наступні методи: польові, лабораторні, агрохімічні, мікробіологічні, біохімічні та екотоксикологічні [18, 22, 28, 29, 41, 42, 45, 57].

У дослідах використовували такі мінеральні добрива:

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 P (Ca, 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) Калімагнезія – концентроване мінеральне добриво – $\text{K}_{28}\text{Mg}_8\text{S}_{15}$. Містить 25–28% K_2O і 8–10% MgO . До складу калімагнезії входять калій, магній і сірка у вигляді сульфатів (15%). Добриво калій магнезія 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 магнезія ефективна на всіх типах ґрунтів. Виробник: «Агросвіт», Україна (дод. Д).

Схема мікро-ділянкового досліду охоплювала такі варіанти з міндобривами:

- 1) Контроль – без добрив;
- 2) Нітроамофоска-М;
- 3) Аміачна селітра;
- 4) Суперфосфат простий;
- 5) Калімагнезія.

Мінеральні добрива вносили навесні у передпосівну культивуацію в нормі 300 кг/га (у фізичній вазі). Досліди закладали у природних польових умовах (*in situ*). Як тест-культуру було вибрано буряк столовий сорт Детройт. Середньостиглий сорт французької селекції, від компанії Clause. Урожайність 62-70 т/га. Період дозрівання від появи сходів 100-110 днів. Сівбу буряка

столового проводили у II декаді травня (беручи до уваги біологічні особливості рослин) на фоні внесених мінеральних добрив. Технологія вирощування буряка столового загальноприйнята для умов Прикарпаття.

Полеві 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. Повторність досліду п'ятиразова, розміщення варіантів систематичне [45]

Відбір зразків ґрунту для агрохімічних аналізів здійснювали згідно з ДСТУ 4287:2004. Для вивчення агрохімічної характеристики орного горизонту зразки дерново-підзолитосого ґрунту відбирали на глибину 0-20 см з перемішуванням середньої проби на всіх варіантах, в п'яти місцях по діагоналі мікроділянки. Відбір зразків ґрунту проводився буром БП 25- 15 [58].

Визначення вмісту гумусу в ґрунті проводили за методом Тюріна в модифікації ЦНАО згідно з ДСТУ 4289:2004. Визначення показника рН у ґрунті проводили згідно ДСТУ ISO 10390:2007. Визначення вмісту у ґрунті лужногідролізованого азоту проводили за методом Корнфільда. Визначення в ґрунті рухомих сполук фосфору і калію проводили за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА [42, 59, 60].

У відібраних зразках ґрунту проводили визначення концентрації рухомих форм важких металів. Для цього в лабораторії Львівської філії держустанови «Держґрунтохорона» проводили підготовку зразків ґрунту до лабораторних аналізів [58]. Екстрагування рухомих ВМ проводили у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8. Хімічно підготовлені зразки аналізувалися на атомно-абсорбційному спектрофотометрі З-115М [29, 61, 62].

Оцінка екологічного стану ґрунтів, що включає в себе визначення вмісту токсичних елементів, здійснювалась порівнянням реального вмісту цих елементів у ґрунті з гранично-допустимою концентрацією та геохімічним фоном для конкретного типу ґрунту в даному регіоні [28, 29, 63].

Ферментативну активність пероксидази та поліфенолоксидази ґрунту визначали за загальноприйнятими методами в серпні місяці. Підготовку ґрунтових зразків для мікробіологічного аналізу проводилися за методикою [57].

В зібраних стандартних коренеплодах буряка столового визначали якісні біохімічні показники. Так, вміст сухих речовин визначали методом висушування до постійної ваги – ваговим методом. Загальний цукор – за Бертраном. Вітамін С за Муррі з використання фарби Тільманса. Нітрати – іонометричним методом з використанням іоноселективних електродів на приладі рХ-150 [22].

В основу класифікації мінеральних техногенних добрив за впливом на ґрунтову систему було покладено методичні рекомендації [2, 3, 18]. Агроекологічні оцінку мінеральних добрив та їх вплив на ґрунтову систему проводили за такими параметрами:

➤ Зміна агрохімічних параметрів ґрунту (концентрація азоту, фосфору калію, вміст гумусу, значення кислотності) є визначальними для агроекологічної оцінки впливу мінеральних добрив на ґрунтову систему;

➤ Співвідношення умісту токсикантів у ґрунті при застосуванні мінеральних добрив до їх фонового вмісту (контрольний варіант) можна використовувати у якості показника екологічного стану ґрунту. Забрудненим можливо вважати ґрунт, у якому уміст токсиканта перевищує фоновий уміст у два-три рази;

➤ Поділ мінеральних добрив на класи небезпечності за впливом на нагромадження токсичних елементів у ґрунті, зокрема важких металів відповідно до ГДК;

➤ За основу поділу мінеральних добрив індирективної дії на класи небезпечності взято нормативи оцінки екологічного стану ґрунтів відносно кислотно-основних властивостей, а саме показника кислотності ґрунту ($pH_{\text{сол}}$).

➤ Для поділу мінеральних добрив на класи за показниками впливу на біологічну активність ґрунту, використовували загальноприйняті методичні підходи, які передбачають встановлення класу екотоксикологічної небезпечності мінерального добрива за показниками пониження активності ферментів ґрунту.

Розділ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив мінеральних добрив на агрохімічні показники ґрунту

Мінеральні добрива відіграють важливу роль у кругообігу токсичних елементів в агроекосистемах. Якщо розглядати агроекосистему як єдиний природно-антропогенний комплекс, то мінеральні добрива можуть бути основним джерелом токсичних речовин [2].

Для того, щоб краще зрозуміти, як мінеральні добрива впливають на ґрунт, виявити їхні основні негативні наслідки та розробити подальшу схему дослідження, ми пропонуємо розділити техногенні добрива на групи.

- директивної дії – небажаний вплив мінеральних добрив на навколишнє середовище може бути викликаний токсичними домішками, що містяться в них. До таких домішок відносяться важкі метали, галогени, радіонукліди та інші. Вони надходять у ґрунт при застосуванні добрив. До групи добрив директивної дії відносять фосфорні добрива, які містять ці домішки;

- індирективної дії – наслідком фізико-хімічних властивостей мінерального добрива є його вплив. Зміна реакції ґрунтового розчину, координація процесів синтезу та розпад гумусових сполук, а також активізація мікробіологічних та інших процесів - це типові явища. Рухомість біогенних елементів і токсикантів зазнає змін під впливом цих добрив. Першочергове місце серед них належить азотним добривам, які в більшості випадків є фізіологічно кислими або лужними [8, 44].

Головні властивості, що визначають окремі види мінеральних добрив, відображаються у наведеному групуванні, але цей розподіл є умовним до певної міри. Так, вплив фосфорних добрив на реакцію ґрунтового розчину менше виражений, ніж у випадку азотних добрив. Азотні мінеральні добрива, у свою чергу, можуть слугувати джерелом токсичних елементів, хоча в меншій мірі, ніж фосфорні. Важливо відзначити, що більшість комплексних та калійних добрив займають проміжне положення в зазначеному групуванні. Навіть при певній

умовності в даному групуванні, такий підхід дозволяє зосередити увагу на основних негативних властивостях мінеральних добрив і уникає зайвих досліджень [27].

Аналіз отриманих результатів свідчить, що мінеральні добрива мали вплив на зміну агрохімічних параметрів дерново-підзолистого ґрунту за вирощування буряка столового (табл. 3.1.)

Таблиця 3.1. – Зміна агрохімічних параметрів дерново-підзолистого ґрунту за вирощування буряка столового при внесенні різних видів мінеральних добрив

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) Калімагnezія	58,6	52,9	95,3	5,4	1,7

Дослідженнями встановлено, що застосування різних видів мінеральних добрив, у залежності від їх хімічного складу, змінювали агрохімічні параметри дерново-підзолистого ґрунту відносно контролю, який фактично і був фоновим значенням. Так, за внесення аміачної селітри (вар. 3) вміст лужногідролізованого був найбільшим і становив 115,5 мг/кг ґрунту, що більше за контроль (без добрив) на 49,9 мг/кг, або 76,41%. За внесення Нітроамофоски-М цей показник зріс на 22,3%, або 14,5 мг/кг відносно контролю. За використання калімагnezія та суперфосфату вміст лужногідролізованого азоту був майже на рівні контролю.

Проте, дещо більше доступного азоту у ґрунті відзначали за внесення суперфосфату.

З'ясовано, що застосування суперфосфату простого гранульованого сприяло найбільшому вмісту у ґрунті рухомих сполук фосфору – 82,7 мг/кг, що більше за контроль на 29,2 мг/кг, або 54,5%. Подібну тенденцію відзначали за внесення Нітроафоски-М, при внесення якої вміст рухомого фосфору збільшився до 75,1 мг/кг ґрунту. За внесення аміачної селітри та калімагnezія спостерігали зменшення фосфору у ґрунті, який виносився з урожаєм.

Визначено, що найбільше обмінного калію у ґрунті (95,3 мг/кг) було у 6 варіанті за внесення калімагnezія в нормі 300 кг/га. Застосування комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М також сприяло збільшенню обмінного калію у ґрунті. Так, у цьому варіанті цей показник становив 83,4 мг/кг, тоді як на контролі (без добрив) – 79,3 мг/кг ґрунту. Відємний баланс калію спостерігали на 3 і 4 варіантах досліду за внесення аміачної селітри та суперфосфату.

Дані таблиці 5 вказують на те, що за внесення аміачної селітри верхній горизонт ґрунту дослідної ділянки зазнав певного підкислення. Так, рН сольової витяжки знизилось з 5,6 (на контролі) до 4,7 одиниць, або зменшилося на 15,5%. Застосування Нітроамофоски-М, яка володіє меліоративними властивостями, дозволило збільшити у ґрунті цей показник на 0,6 одиниць, або на 10,7%.

Мінеральні добрива не сильно впливали на такий показник як вміст гумусу. Щоб досягнути якоїсь зміни з цим параметром потрібно закладати багаторічний стаціонарний дослід. Проте у проведених дослідженнях було виявлено деяке зменшення вмісту гумусу у 3 варіанті за внесення аміачної селітри. Вміст гумусу коливався в межах похибки 1,5 – 1,8 %.

3.2. Рухомість важких металів у ґрунті за використання мінеральних добрив

Важкі метали, які потрапляють у ґрунт із різних джерел, негативно впливають на його екологічні функції, змінюючи фізико-хімічні властивості та пригнічуючи мікробіологічні процеси. Це погіршує родючість ґрунту, що

загалом призводить до зниження врожайності та якості продукції рослинництва [30]. У зв'язку з постійним антропогенним забрудненням агроєкосистем, особливо важливим є контроль за вмістом важких металів у ґрунті. До таких металів належать кадмій, свинець та хром, які є високо небезпечними хімічними речовинами [3, 29, 34].

Результати досліджень свідчать, що застосування різних мінеральних добрив за вирощування буряка столового вплинуло на рухомість важких металів у ґрунті (табл. 3.2.).

Таблиця 3.2. – Вплив мінеральних добрив на концентрацію важких металів у ґрунті за вирощування буряка столового, 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

Встановлено, що найменшу концентрацію рухомих форм кадмію, свинцю та хрому визначено на 2 варіанті за внесення комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М. Так, на цьому варіанті концентрація рухомих форм кадмію (Cd²⁺) зменшилася до контролю (без добрив – природній фон) на 24,2% і становила 0,097 мг/кг ґрунту. У цьому варіанті також спостерігали зменшення на 31,6 та 18,4% концентрації рухомих форм свинцю (Pb²⁺) та хрому (Cr⁶⁺).

За внесення аміачної селітри, рухомість важких металів була найбільшою. Так, концентрація рухомих фракцій кадмію становила – 0,164 мг/кг, свинцю – 1,195 мг/кг, а хрому – 0,071 мг/кг, що вище за контроль на 27 – 23%.

Визначено, що за внесення суперфосфату, рухомість важких металів була більшою, аніж за внесення калімагnezія. Встановлено, що на 4 варіанті концентрація рухомих форм кадмію становила 0,159 мг/кг, що більше за контроль (без добрив) на 0,031 мг/кг, або майже 24%. Подібну тенденцію у цьому варіанті відзначали з рухомими формами свинцю та хрому.

З'ясована, що за внесення калімагnezії, рухомість кадмію зросла до контролю лише на 0,006 мг/кг, або 5,3%. Таку ж закономірність у цьому варіанті спостерігали і для рухомих фракцій свинцю та хрому, в яких концентрація зросла до контролю лише на 7,1 та 8,2%.

Таким чином можна констатувати, що за внесення аміачної селітри та суперфосфату концентрація рухомих форм кадмію, свинцю та хрому була найвищою, що зумовлено хімічною природою добрив та їхнім фізико-хімічним впливом на ґрунтове середовище. Привертає увагу той факт, що фізіологічно-нейтральне комплексне мінеральне добриво пролонгованої дії Нітроамофоска-М володіє певним меліоративним ефектом та зв'язує у міцні комплекси рухомі форми важких металів, які менш доступні рослинам та ґрунтовій біоті.

3.3. Дія мінеральних добрив на ферментативну активність ґрунту

Ферментативна активність ґрунту – це сукупність біохімічних реакцій, які каталізуються ферментами. Активність ферментів та чисельність мікроорганізмів є важливими показниками біологічної активності ґрунту. Вони відображають життєдіяльність мікроорганізмів, які відіграють ключову роль у процесах деструкції органічної речовини, кругообігу поживних речовин та фільтрації забруднюючих речовин. Антропогенний вплив, зокрема хімічне забруднення, може негативно впливати на ці показники. Крім того активність ґрунтових ферментів є важливим біоіндикатором, який може бути використаний для агроекологічної оцінки стану ґрунту та рослин [27, 35, 57].

Дослідженнями встановлено, що ферментативна активність ґрунту залежала від внесених мінеральних добрив (табл. 3.3).

Таблиця 3.3. – Вплив мінеральних добрив 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 найменшу ферментативну активність пероксидази та поліфенолоксидази (85,3 та 102,5 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту) визначено на контролі– без добрив. Найвищу активність зазначених ферментів (110,3 та 137,5 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту) було встановлено на 2 варіанті за внесення Нітроамофоски-М. З поміж мінеральних добрив, які були внесені у ґрунт за вирощування буряка столового, найменшу ферментативну активність 92,9 та 113,4 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту виявили за внесення аміачної селітри.

З'ясовано, що за внесення суперфосфату (вар. 4), ферментативна активність пероксидази становила 95,6 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту, що більше за контроль на 12,1%. Аналогічна тенденція спостерігалася у цьому варіанті з поліфенолоксидазою, її активність була дещо більшою і становила 116,2 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту, що більше за контроль на 13,4%. Дещо більшу ферментативну активність, порівняно з варіантом 4, пероксидази та поліфенолоксидази спостерігали на 5 варіанті за внесення калімагnezія. Так, цей показник для ґрунтових ферментів становив 99,7 та 125,8 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту, що більше за контроль (без добрив) на 16,8 та 22,6%.

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. Вплив мінерального живлення на біохімічний склад коренеплодів буряка столового

Проводячи агроекологічну оцінку мінеральних добрив на ґрунтову систему, потрібно також зважити на якісні біохімічні показники вирощеної продукції буряка столового. Такий підхід є комплексний і допомагає краще зрозуміти вплив мінеральних добрив на агроecosystem, зокрема на якість та безпечність врожаю [2, 3]. Важливими критеріями якості овочевої продукції є концентрація сухої речовини, суми цукрів та аскорбінової кислоти (вітаміну С). Один з параметрів, який вказує на екологічну безпеку продукції буряка столового це рівень нітратів [12, 22].

На основі проведених досліджень в умовах СГТОВ «Горуцьке» на дерново-підзолистих ґрунтах встановлено, що мінеральні добрива по-різному впливали на якісні показники в коренеплодах буряка столового (табл. 3.4).

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

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) Калімагнезія	14,9	12,8	14,3	1037

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

Аналізуючи таблицю 3.4 варто зазначити, що найменшим вміст сухих речовин 11,4% встановлено на 3 варіанті за внесення аміачної селітри. Визначено, що найбільший вміст сухих речовин (15,5%) в коренеплодах буряка столового виявили на 2 варіанті за внесення комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М, що більше за контроль (без добрив) на 26,6%. Дещо меншим цей показник (14,9%) виявили на 5 варіанті за внесення калімагnezії. При застосуванні суперфосфату цей показник становив лише 13,6%. Тоді як на контрольному варіанті (без добрив) вміст сухих речовин в коренеплодах буряка столового становив 12,3%.

Встановлено, що найменшу суму цукрів нагромаджували коренеплоди буряка столового на 3 варіанті за внесення аміачної селітри. Цей показник у цьому варіанті 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.

Важливим показником, який відповідає за стійкість організму до хвороб та підвищує його імунітет є вміст в коренеплодах буряка столового аскорбінової кислоти (вітаміну С). Отримані результати досліджень підтверджують, що найбільший цей показник відзначали за внесення Нітроамофоски-М та калімагnezія, відповідно 15,7 та 14,3 мг/100 г, що вище за контроль на 24,2 та 11,6%. Застосування суперфосфату сприяло збільшенню цього показника відносно контролю лише на 7%. Найменший вміст вітаміну С (11,1 мг/100 г) встановлено на 3 варіанті за внесення аміачної селітри. Відмітимо, що на контролі цей показник становив 12,8 мг/100 г.

Надзвичайно важливим екотоксикологічним показником, який характеризує безпечність споживання буряка столового є вміст нітратного азоту. Привертає увагу той факт, що за внесення аміачної селітри концентрація нітратів в коренеплодах буряка столового була найбільшою з поміж всіх варіантів досліду і становила 1612 мг/кг маси сирої речовини, що більше порівняно з

контролем (без добрив) на 455 мг/кг, або 39,4%. Важливо зазначити, що у вказаному варіанті спостерігається перевищення ГДК нітратного азоту в коренеплодах на 212 мг/кг маси сирової речовини (ГДК – 1400 мг/кг).

Визначено, що за внесення суперфосфату концентрація нітратного азоту в коренеплодах буряка столового була майже на рівні ГДК – 1380 мг/кг маси сирової речовини, що також має насторожувати. За внесення Нітроамофоски-М концентрація нітратів у коренеплодах буряка столового становила 1205 мг/кг маси сирової речовини, тоді як на контролі цей показник був 1157 мг/кг. Найменшу концентрацію нітратного азоту в продукції буряка столового було визначено на 5 варіанті за внесення калімагnezія – 1037 мг/кг маси сирової речовини.

Таким чином можна зробити висновок, що застосування аміачної селітри та суперфосфату у нормі 300 кг/га у фізичній вазі на дерново-підзолистих ґрунтах сприяє підвищеному нагромадженню нітратів в коренеплодах буряка столового.

3.5. Урожайність буряка столового за використання різного мінерального живлення

В результаті проведених досліджень встановлено, що мінеральні добрива сприяли підвищенню урожайності буряка столового, що видно з рис. 3.1.

На основі даних результатів досліджень встановлено, що найбільшу урожайність коренеплодів буряка столового одержали на 3 варіанті за внесення аміачної селітри – 60,1 т/га, що більше за контроль (без добрив) на 15,7 т/га, або 33,8%. Проте насторожують інші екологічні фактори. Так, у цьому варіанті спостерігали підвищені концентрації рухомих форм важких металів у ґрунті, що є потенційним ризиком нагромадження токсичних забруднювачів в продукції буряка столового.

Також тривожним сигналом є надмірне нагромадження нітратів, яке перевищувало ГДК, а також низькі якісні показники продукції (вміст сухої речовини, суми цукрів та вітаміну С). На нашу думку це пов'язано із зміною кислотно-основних параметрів ґрунту, зокрема його підкисленням до певної

міри та надмірною концентрацією доступного азоту для рослин. Відомо, що у кислому середовищі рухомість важких металів зростає вразі, які потенційно можуть нагромаджуватися з висхідним потоком води разом з елементами живлення.

Крім того, надмірна кількість азоту в ґрунті стала причиною посиленого росту коренеплодів буряка столового із зниженням якісних показників. Подібну тенденцію ми також відзначаємо за внесення суперфосфату, який сприяє у певній мірі підкисленню ґрунтового розчину. До того ж у своєму складі таке фосфорне добриво може мати підвищені концентрації кадмію, свинцю та хрому через природній підвищений їх вміст у сировині, а саме у фосфатах, які добувають з різних родовищ.

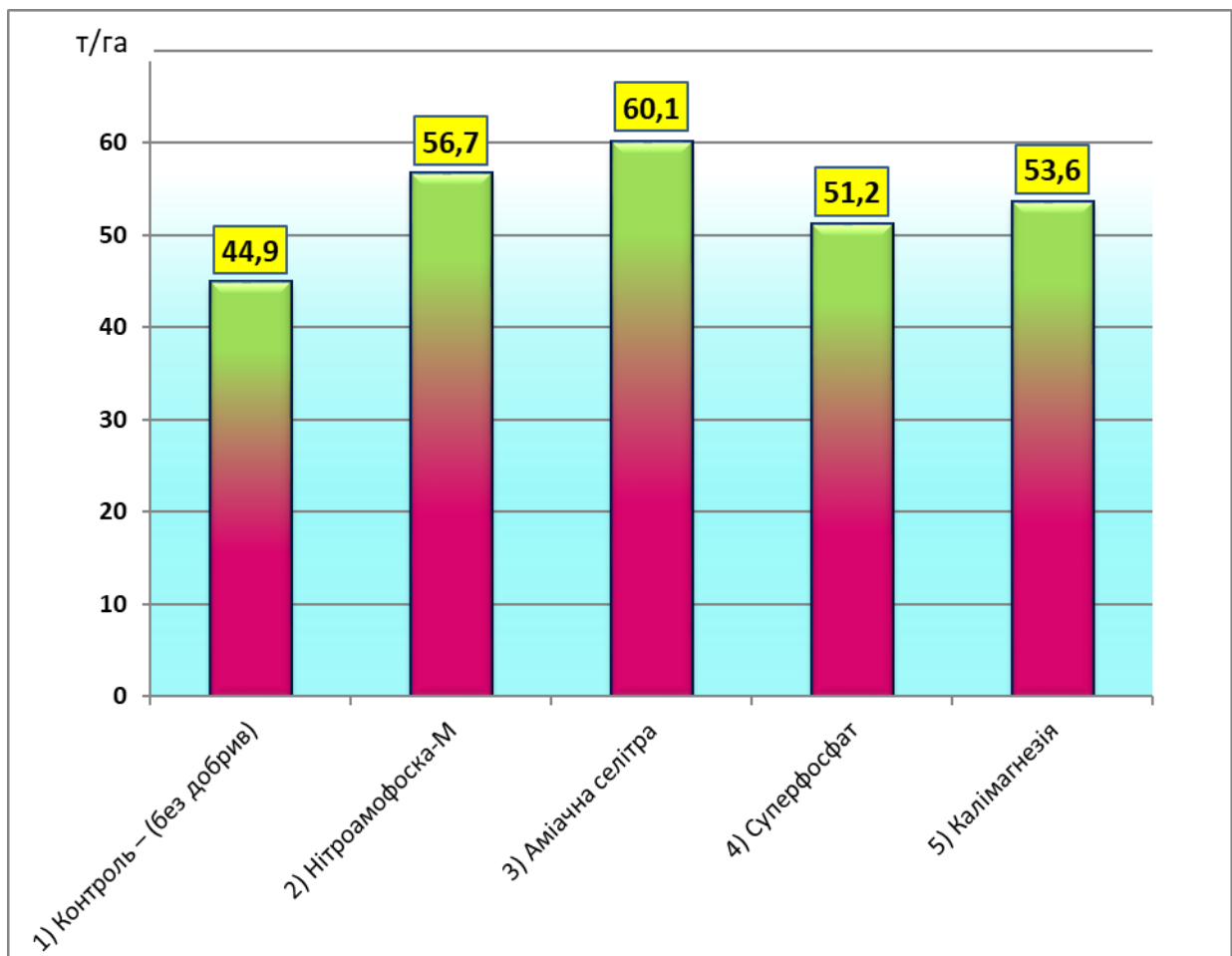


Рис. 3.1. Урожайність коренеплодів буряка столового залежно від мінерального живлення, т/га

За внесення Нітроамофоски-М урожайність становила 56,7 т/га, що вище за контроль (без добрив) на 11,8 т/га, або 26,3%. За внесення калімагnezія та суперфосфату урожайність коренеплодів буряка столового зросла до 53,6 та 51,2 т/га, тоді як на контролі цей показник становив 44,9 т/га.

У сільськогосподарському виробництві поруч з підвищенням урожайності та покращенням якості агропродукції головними повинні стати питання збереження та захисту навколишнього природного середовища від техногенного забруднення. Необхідно впроваджувати природоохоронні ресурсозберігаючі технології в умовах змін клімату, які б забезпечували збереження ґрунтів, води та атмосферного повітря.

3.6. Шляхи зменшення шкідливих впливів на довкілля від використання мінеральних добрив в умовах кліматичних змін

Отже, для поліпшення стану навколишнього природного середовища у зв'язку з використанням мінеральних добрив в умовах змін клімату Нами запропоновано комплексні заходи щодо зменшення негативного впливу мінеральних добрив на навколишнє середовище:

Для поліпшення стану навколишнього середовища у зв'язку з використанням мінеральних добрив пропонується:

- необхідно дотримуватися технологій внесення добрив під основні сільськогосподарські культури, а також витримати науково обґрунтовані співвідношення мінеральних добрив під конкретні сільськогосподарські культури.

- слід дотримуватися строків та норм використання мінеральних добрив з урахуванням біологічних особливостей культури, властивостей ґрунту, клімату та форм добрив.

- застосовувати мінеральні добрива необхідно разом з органічними з метою компенсації вуглецю, формування гумусних речовин для підвищення родючості ґрунту та використання їх в якості енергетичного матеріалу для

ґрунтової мікробіоти.

– за можливістю повністю замінити мінеральні добрива на органічні та сидерати переорієнтувавшись на органічне виробництво та сталий розвиток агроєкосистеми.

– для підвищення ефективності засвоєння елементів живлення з ґрунту необхідно провести агрохімічний аналіз та орієнтуватися на значення кислотності ґрунту, а також наявних забруднювачів у ґрунті (важких металів, залишків пестицидів та радіонуклідів). В разі виявлення підвищеної кислотності необхідно застосувати кальцієві меліоранти з метою наближення рН до нейтральних значень.

– у разі виявлення підвищених форм важких металів у ґрунті мінеральні добрива слід обмежити у використанні та провести заходи з детоксикації ґрунту.

– покращувати технології застосування мінеральних добрив, які передбачають зменшення нерівномірності їх розсіювання. Для вирішення цієї проблеми пропонується використовувати нові типи машин, які забезпечують розподіл мінеральних добрив по поверхні з нерівномірністю не більше 15%. Також рекомендується використовувати високопродуктивні машини для локального внесення основних форм мінеральних добрив.

– з метою вирішення проблеми втрат та утримання азоту в ґрунті рекомендується використовувати азотні добрива у формах амонію та амідів, а також наблизити терміни їх застосування до сівби агрокультур, або ж до фаз найбільшого поглиблення азоту рослинами.

– щоб зменшити забруднення місцевих річок поверхневими стоками з полів, господарствам слід не зберігати добрива на полях довше, ніж це необхідно, використовувати спеціальні майданчики для тимчасового зберігання добрив, не вносити добрива по сніговому покриву, а також створювати лісосмуги вздовж полів, які зможуть затримувати поверхневий стік із земель.

– для зменшення втрати мінеральних добрив, їх слід зберігати в спеціальних приміщеннях, які відповідають вимогам безпеки. Не можна зберігати мінеральні добрива на відкритому просторі, оскільки вони можуть

втрачати свої властивості під впливом атмосферних факторів.

– щоб зменшити екологічний вплив мінеральних добрив, слід використовувати лише екологічно безпечні висококонцентровані гранульовані добрива, які не містять важких металів та інших токсичних елементів у своєму баласті. Ці добрива повинні відповідати вимогам оптимізації рослин, тобто забезпечувати рослини необхідними поживними речовинами в оптимальних співвідношеннях, які включають макро- і мікроелементи, стимулятори росту рослин, інгібітори нітрифікації та інші необхідні речовини.

– категорично забороняється використання мінеральних азотних добрив на дуже кислих ґрунтах ($\text{pH} < 4,0$), у межах санітарно-захисної зони централізованих джерел водопостачання, на замерзлому або засніженому ґрунті, а також на ґрунтах з високим вмістом мінеральних речовин.

– рослини активно використовують нітрати, тому ґрунт бажано залишати без обробки якомога коротший час. Це можна зробити, використовуючи пар, проміжні культури або багаторічні культури. Наприклад, люцерна має глибоку кореневу систему, яка може поглинати нітрати з глибини 2-4 м. Це запобігає їх проникненню в ґрунтові води та покращує азотний режим ґрунту.

– застосовувати системи точного землеробства, які дозволяють вносити добрива в ґрунт у точно визначених місцях і в потрібних кількостях, узгодивши це з попереднім аналізом космічної зйомки, з використання GPS навігації. Датчики інформують дозування на розкидачі про конкретний вміст елементів живлення в ґрунті з точно заданими координатами. Це допоможе уникнути надлишку добрив і запобігти їх втраті.

– постійно моніторити якість мінеральних добрив та проводити екотоксикологічний аналіз на предмет у них забруднювачів.

Розділ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1. Аналіз стану охорони праці в СГТОВ «Горуцьке»

Охорона праці в СГТОВ «Горуцьке» 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 СГТОВ «Горуцьке» 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 СГТОВ «Горуцьке».

У СГТОВ «Горуцьке» 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 рілльничих бригад, зав. майстернями, зав. током, завскладом та інші.) та головними спеціалістами проводять постійний аналіз травм, захворювань, отруєнь. Для цього використовується статистичний, топографічними, 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 додержанням 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 в СГТОВ «Горуцьке»

Гігієні праці у СГТОВ «Горуцьке» 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 поводженні 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].

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].

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].

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].

У СГТОВ «Горуцьке» 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 адміністрації, 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. В даній кваліфікаційній роботі висвітлено агроекологічну оцінку застосування різних мінеральних добрив на стан ґрунтів в умовах кліматичних змін, зокрема піднято питання впливу мінеральних добрив на агрохімічні показники дерново-підзолистого ґрунту, ферментативну активність, вплив мінеральних добрив на рухомість важких металів, урожайність та якість рослинницької продукції, а також запропоновано шляхи зменшення шкідливих впливів на довкілля від їх використання.

2. Проведений літературний огляд показав, що кліматичні зміни спричинили реформування в галузі сільського господарства, зокрема в тваринництві та рослинництві. В Україні спостерігається зміщення на північ межі агрокліматичних зон Степу на Лісостеп в середньому на 100 км з підвищення температури на 1°C. Також з'ясовано, що мінеральні добрива є важливою складовою забезпечення високоефективного аграрного виробництва України та запорукою її продовольчої безпеки.

3. З агроекологічної точки зору, оцінка можливої негативної дії мінеральних добрив на навколишнє середовище включає в себе аналіз таких факторів: кількісний та якісний склад мінеральних добрив, у тому числі домішок; порушення норм та строків внесення; особливості впливу на ґрунтовий комплекс; міграції біогенних елементів та токсикантів; активність мікробіологічних процесів у ґрунті; зниження якості сільськогосподарської продукції; забруднення водних об'єктів.

4. Застосування мінеральних добрив за вирощування буряка столового спричинила зміни в агрохімічних параметрах дерново-підзолистого ґрунту. Встановлено, що за внесення аміачної селітри вміст лужногідролізованого азоту був найбільшим і становив 115,5 мг/кг ґрунту, що більше за контроль (без добрив) на 49,9 мг/кг, або 76,41%. На цьому ж варіанті спостерігали найбільше підкислення ґрунту. Так, рН сольової витяжки знизилось на 15,5% з 5,6 (на контролі) до 4,7 одиниць. Застосування суперфосфату дозволило збільшити

вміст рухомого фосфору у ґрунті (82,7 мг/кг), а внесення калімагнезія – обмінного калію (95,3 мг/кг).

5. Використання мінеральних добрив сприяло зміні рухомості кадмію, свинцю та хрому у ґрунті. За внесення аміачної селітри, рухомість важких металів була найбільшою. Так, концентрація рухомих фракцій кадмію становила – 0,164 мг/кг, свинцю – 1,195 мг/кг, а хрому – 0,071 мг/кг, що вище за контроль на 23 – 27%. Найменшу концентрацію рухомих форм важких металів у ґрунті встановлено на 2 варіанті за внесення комплексного фізіологічно-нейтрального мінерального добрива пролонгованої дії Нітроамофоски-М.

6. Визначено підвищення на всіх варіантах досліді ферментативної активності дерново-підзолистого ґрунту на прикладі пероксидази та поліфенолоксидази за внесення різних видів мінеральних добрив. Найвищу активність зазначених ферментів (110,3 та 137,5 мг пурпургаліну на 1 г ґрунту) було встановлено на 2 варіанті за внесення Нітроамофоски-М. Найменшу активність ґрунтових ферментів відзначали за використання аміачної селітри.

7. Встановлено, що мінеральні добрива по-різному впливали на якісні показники в коренеплодах буряка столового. Найбільший вміст сухих речовин (15,3%), суми цукрів (13,2%) та вітаміну С (15,7 мг/100 г) відзначали за внесення Нітроамофоски-М з допустимими концентраціями нітратів. Найнижчі якісні біохімічні показники коренеплодів буряка столового відзначали за використання аміачної селітри та суперфосфату. Особливо насторожує факт перевищення ГДК нітратів в коренеплодах буряк столового за використання згаданих мінеральних добрив.

8. Збільшення урожайності коренеплодів буряка столового не завжди відповідає високій якості, про що свідчить використання аміачної селітри. В цілому мінеральні добрива сприяли підвищенню урожайності коренеплодів.

9. Запропоновано низку заходів з метою зменшення шкідливих впливів на навколишнє середовище від використання мінеральних добрив 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. Патица 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. Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Лактіонова М. І. Ґрунтознавство: підручник / за ред. Д. Г. Тихоненка. Київ: Вища освіта, 2005. 703 с.
32. Лопушняк В. І., Шевчук М. Й., Полюхович М. М. та ін. 555 запитань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу: Навч.-довід. посіб. Львів: Простір-М, 2018. 488 с.
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. ~~Частина 1. Захист атмосфери~~: 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.
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-vojenogo-harakteru>
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 1850-2022. #ShowYourStripes – Graphics of Global temperature change of Earth from 1850-2022. 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. Екоклуб. 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>

ДОДАТКИ

Додаток А

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

1. Об'єкт випробувань: Нітроамофоска – М ТУ У 20.1-33775353-001:2020.
2. Пакування : біг – бег 1 (одна) т., мішок п/е 25 кг, мішок п/е 5 кг.
3. Мета випробування: Визначення якості.
4. Дата та місце відбору: 17.10.2022р., ТзОВ «Тетра-Агро».
5. Назва та адреса виробництва: ТзОВ «Тетра-Агро», вул. Львівська, 71, м. Червоноград, Львівська область, Україна, 80100.
6. 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 вологи %, 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 зритух 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 «УКРАЇН САЙЕНС ПАРК» ВСП «Інститут здоров'я, безпеки та довкілля» за протоколом випробувань №158-16/03/262 від 01.11.2022р, виданого Рівненським обласним державним закладом «Інститут охорони ґрунтів України».

Аналізи виконані по пред'явленому зразку. За відсутності зауважень та запитань несе 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 ⁰ C, %	63,3
Об'ємна маса, т/м ³	0,82

Амонійно-нітратне добриво, що містить азот у співвідношенні NH₄:NO₃ – 1:1. Виробляється у вигляді білих гранул з жовтуватим або рожевуватим відтінком. Добриво фізіологічно кисле (1ц добрива нейтралізується 0,74ц CaCO₃), 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 (Ca, S) 19-(20-32)

Про добриво:
Суперфосфат простий гранульований Р (Ca, 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 (Ca, 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 (Ca, S) 19-(20-32):

P ₂ O ₅	CaO	SO ₃
19,0%	20,0%	32,0%

Склад Суперфосфата простого гранульованого Р (Ca, 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).