

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ,
СЕЛЕКЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ**

Кафедра рослинництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРИВ**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Еколого-економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
заочної форми навчання
Туманцов Володимир Васильович

Керівник: КУЦЕНКО Олександр Михайлович,
кандидат с.-г. наук, професор

Рецензент: ТИЩЕНКО Володимир Миколайович
доктор с.-г. наук, професор

Полтава – 2023 року

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	5
РОЗДІЛ 1 ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
1.1 Особливості мінерального живлення в технологіях вирощування пшениці озимої	11
1.2 Вплив азотного компоненту мінеральних добрив на продуктивність пшениці озимої	13
1.3 Роль фосфорних добрив у технологіях вирощування пшениці озимої	15
1.4 Роль калію у складі мінеральних добрив при вирощуванні пшениці озимої	17
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1 Схема досліду та методика проведення польових досліджень	19
2.2 Гідротермічні умови за роки проведення досліджень	20
2.3 Особливості технологій вирощування пшениці м'якої озимої сорту Богдана	23
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
3.1 Визначення вмісту основних елементів живлення (N, P, K) у ґрунті дослідних ділянок за всіх варіантів внесення добрив	28
3.2 Вплив варіантів удобрення на складові врожайності та обсяг врожаю пшениці озимої сорту Богдана	30
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	35
РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	38
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	43
6.1 Актуальність проблеми охорони праці на сільгосп підприємстві	43
6.2 Організація безпечного виконання робіт і технологічних процесів	44
6.3 Заходи щодо виробничої санітарії	48
6.4 Заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму та професійних захворювань працівників сільгосп підприємства	50
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54
ДОДАТКИ	60

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Пшениця (*Triticum L.*) разом з кукурудзою (*Zea mays L.*) та рисом (*Oryza sativa L.*) належать до світових мегакультур, які є критично важливими для споживання людиною. Серед всіх країн у світі, що займаються вирощуванням пшениці, Україна посягає сьоме місце та, за прогнозами, повинна була стати п'ятим за величиною експортером у 2021/22 маркетингових роках. Станом на 2021 рік пшениця вирощувалась приблизно на 217 мільйонах га землі в усьому світі, що робить її найпоширенішою культурою у світі. Близько 25% світової ріллі припадає саме на пшеницю і тому, в останні роки, особлива увага світової наукової спільноти привернута до цієї культури. У 2021 році український експорт пшениці здійснювався до Єгипту, Індонезії, Туреччини, Пакистану та Бангладеш і оцінювався в 5,1 млрд. доларів. До лютого 2022 року Україна відвантажила приблизно 95 відсотків очікуваного експорту пшениці за маркетинговий рік [1].

Протягом останнього десятиліття Україна здобула значну частку міжнародних агропродовольчих ринків, як експортер пшениці, та інших зернових культур, як ріпаку, соняшникової олії та насіння. Але, природні ресурси України дають великі можливості для розширення сільськогосподарського виробництва. Отже, Україна є однією з небагатьох країн світу, яка в змозі суттєво збільшити чистий експорт зерна. Тому, головне питання, яке зараз постає перед аграріями України полягає в тому, щоб допомогти сільськогосподарському сектору розкрити свій потенціал з метою здійснення внеску в економічний розвиток країни та забезпечити глобальну продовольчу безпеку шляхом вдосконалення її інституційних механізмів і практик.

Виробництво пшениці озимої становить близько 97 відсотків загального виробництва пшениці в Україні. Посівні площі під озимими зерновими в Україні становлять близько 8 мільйонів гектарів і до 7 мільйонів з них щорічно займає пшениця. Сучасне сільськогосподарське виробництво

має в своєму розпорядженні багато ефективних засобів підвищення врожайності пшениці. Щороку реєструються нові сорти озимої пшениці з різноманітними сільськогосподарськими та функціональними характеристиками, які можна вирощувати в певному регіоні чи кількох регіонах нашої країни, удосконалюються технології вирощування. Але, пошук ефективних, екологічно прийнятних агротехнологій, які гарантують стабільно високий урожай даної зернової культури при зниженні собівартості та негативного впливу засобів інтенсифікації на довкілля, залишається актуальним.

Важливим чинником впливу на врожайність пшениці озимої є погодні умови протягом сезону вегетації, зокрема температура та опади. На величину врожаю опосередковано впливає система захисту посівів пшениці від бур'янів. З цією метою розроблено й впроваджено в практику виробництва широкий асортимент гербіцидів, що містять сполуки різноманітного хімічного складу й характеризуються різними механізмами дії. Крім того, сорти пшениці озимої характеризуються різними адаптивними властивостями до застосовуваної агротехніки, основне місце в якій займають способи живлення, тобто, види та форми добрив, що використовуються на всіх етапах розвитку рослини. Наприклад, добриво ґрунту виконує не лише функції поповнення поживних речовин для рослин, а також сприяє їх мобілізації в доступну форму, підвищує енергію процесів життєдіяльності, покращує властивості ґрунту. Отже, науково обґрунтована система внесення добрив виконує найважливіші функції в технології вирощування пшениці озимої і сприяє отриманню високих врожаїв даної культури.

На сучасному етапі розвитку аграрної галузі збільшення виробництва даної зернової культури лише за рахунок збільшення обсягів мінеральних добрив не доцільно: з одного боку це призведе до забруднення навколишнього середовища (лише близько 47-50% внесеного азоту поглинається культурою протягом вегетаційного періоду [2], все інше потрапляє в навколишнє середовище у вигляді нітратів (NO_3^-), що

вимиваються в гідросистеми, аміаку та закису азоту, які забруднюють атмосферу та ґрунти [3], з іншого боку – надмірне використання мінеральних добрив не завжди корисне для рослини. Саме тому обов'язковим етапом технологій виробництва пшениці озимої стало збалансоване використання різних форм добрив, у тому числі, органічних та комплексних, що дає можливість зменшувати дози мінеральних добрив, тим самим обмежити негативний вплив на навколишнє середовище. Відомо, що спільне застосування органічних і мінеральних добрив підвищує рівень окультуреності ґрунту за рахунок істотного підвищення вмісту поживних речовин у ґрунті, сприяє поліпшенню його структури, вологості й повітрообміну. В свою чергу, присутність органічної складової підвищує ефективність поглинання рослинами поживних речовин з ґрунту, проникність клітин і регулює механізми, які беруть участь в стимуляції росту рослин.

В даній роботі було оцінено роль різних доз поживних речовин у формуванні продуктивності пшениці озимої. Кожна поживна речовина має свій характер і бере участь у різних метаболічних процесах в житті рослин. Умови дефіциту поживних речовин перешкоджають нормальному розвитку рослин і виявляють характерні симптоми. Для оптимального росту, розвитку та продуктивності рослинам потрібні збалансовані поживні речовини: основні поживні речовини (N, P, K), вторинні поживні речовини (S) та деякі мікроелементи (Zn, B). Для оцінки потреби рослин пшениці в поживних речовинах і визначення кількості добрив для отримання високої врожайності необхідним заходом є дослідження ґрунту на вміст макро- та мікроелементів та визначення оптимальних доз мінеральних добрив. Результати таких досліджень надають можливість виробникам пшениці та науковцям регулювати потенційні властивості рослин пшениці озимої, з метою отримання високих врожаїв, що і визначає актуальність даної роботи.

Мета і завдання дослідження. Метою даного дослідження було встановлення впливу доз азотних добрив на динаміку вмісту основних

елементів живлення (азоту загального, лужногідролізованого, фосфору і калію) в ґрунті та врожайність зерна пшениці озимої.

Задля досягнення мети роботи необхідно виконати наступні завдання:

- виконати аналіз літературних джерел щодо ролі основних компонентів мінеральних добрив у підвищенні врожайності пшениці озимої;
- провести аналіз впливу різних доз азотних добрив на вміст азоту загального та лужногідролізованого у верхньому шарі ґрунту 0-20 см;
- оцінити вплив кліматичних умов на врожайність зерна пшениці озимої з урахуванням запропонованих варіантів живлення культури;
- встановити залежність елементів структури врожаю та врожайності пшениці озимої від доз азотних добрив, що застосовували на різних фазах вегетації та визначити таку, що сприяє максимальному ефекту;
- оцінити економічну ефективність запропонованих способів живлення пшениці озимої за включенням їх до технології вирощування культури.

Об'єкт і предмет досліджень. Об'єктом дослідження є процес вирощування пшениці озимої та формування врожайності залежно від варіанту внесення поживних речовин (тільки базової дози, базової дози з додатковим підживленням на різних фазах вегетації однократною дозою (+ N₃₀), двократною дозою (+ N₃₀+ N₃₀) та трикратною дозою (+ N₃₀+ N₃₀+ N₃₀). Предмет дослідження: вміст азоту, фосфору, калію в ґрунті; елементи структури врожайності пшениці озимої (продуктивне кушення, маса зерна з колоса, маса 1000 зернин) та врожайність пшениці озимої залежно від доз внесених добрив; економічна ефективність впровадженого варіанту живлення пшениці озимої.

Методи досліджень: загальнонауковий, польовий, статистичний. Методологічною базою проведеного дослідження є системний підхід до вивчення ефективності запропонованих варіантів живлення в технології вирощування пшениці озимої. Для вирішення визначених завдань в процесі дослідження використано загальнонаукові та спеціальні методи, а саме: аналіз літературних джерел щодо ефективних доз азотних добрив для

збільшення врожайності пшениці озимої, планування експерименту, облік та спостереження, метод порівняльного аналізу (порівняння економічної ефективності вирощування пшениці озимої за різних доз удобрення); узагальнення (для аналізу результатів дослідження та формулювання висновків).

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше в умовах Полтавської області досліджено та проаналізовано вплив різних доз додаткового азотного підживлення на агрохімічні показники ґрунту та елементи структури врожайності та встановлено зв'язок з урожайністю пшениці озимої. Визначено найбільш ефективний варіант удобрення, використання якого сприяє максимальному зростанню врожайності пшениці озимої. Доведено й економічно обґрунтовано ефективність застосування додаткового трикратного підживлення азотними добривами в порівнянні з базовою дозою мінеральних добрив.

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених досліджень отримано експериментальні дані, що дозволяють рекомендувати використання мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{40}K_{60}$ (базове внесення) та додаткове підживлення рівними дозами азотних добрив ($+ N_{30} + N_{30} + N_{30}$) у фазу кушення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння» в технології вирощування пшениці озимої задля отримання суттєвого приросту врожайності на рівні $\sim 28,1\%$.

Апробація результатів роботи. Основні положення кваліфікаційної роботи були представлені й обговорені на засіданні кафедри рослинництва ПДАУ та Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції на тему: *«Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування»*, присвячена 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели, що відбулася 30 вересня 2023 року в ПДАУ. В збірнику матеріалів конференції представлено тези: Ляшенко В. В., Туманцов В. В. Вплив азотних добрив на формування продуктивності пшениці озимої: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 30 верес. 2023 р.). Полтава:

ПДАУ, 2023. С. 68-71.

Структура та обсяг дипломної роботи. Загальна кількість 53 сторінки. Робота містить огляд літературних джерел, щодо тематики роботи, характеристику умов та методів досліджень. Основний розділ присвячений результатам дослідження та їх обговоренню. Представлені розрахунки економічної оцінки результатів проведених досліджень, екологічна експертиза та висвітлені питання охорони праці. Завершують роботу висновки та рекомендації виробництву. Робота містить 7 таблиць, додатки та 50 використаних літературних джерел.

РОЗДІЛ 1

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Особливості мінерального живлення в технологіях вирощування пшениці озимої

Контроль поживних речовин є ключовим компонентом у передових агрономічних практиках для оптимального виробництва врожаю зернових культур, у тому числі, пшениці озимої. Застосування поживних речовин для рослин за допомогою мінеральних добрив задля підвищення врожайності і якості продукції добре відомо. Проте є попит на технології, які дозволять вирощувати рослинні культури з кращою кореневою системою та ефективністю використання поживних речовин для подолання їх меншої доступності в ґрунті як в органічній, так і в неорганічній формах. Відомо, що отримання зерна високої якості значною мірою залежить від науково обґрунтованого способу внесення добрив у поєднанні з мікроелементами, які активізують життєві процеси рослин, підвищують урожайність та якість продукції, посилюють захисний потенціал та покращують толерантність до несприятливих умов вирощування.

Пшениця озима під час вегетації піддається багатьом біотичним і абіотичним стресам. Крім того, спостерігається непослідовність і нераціональне використання добрив внаслідок недостатньої інформації про способи та норми використання добрив. Потреба в добриві для пшениці залежить від доступності елементів живлення в ґрунті, тому, перед їх застосуванням, важливо визначити стан живлення ґрунту та ступінь поглинання рослинами поживних речовин. Культури погано реагують на добрива, що присутні в ґрунті, за недостатньої вологи. Рослини, які підживлюються, потребують більше вологи, ніж рослини, які не удобрюються. Крім того, інтенсивність водопоглинання, засвоювання

поживних речовин і реакція на стрес залежать від видів рослин і їх генотипів. Але, сорт, який найкраще працює на одному типі ґрунту, може погано працювати на іншому типі ґрунту, і навпаки [4]. Внесення лише органічного гною не може задовольнити потребу в поживних речовинах і лише своєчасне внесення хімічних добрив здатне збільшити продуктивність пшениці [5]. Так, в роботі [6] показано, що при застосуванні мінеральних добрив у нормі $N_{64}P_{78}K_{78}$ можна отримати приріст врожайності пшениці озимої до 45 % [6].

Існують дані про те, що комплексне використання мінеральних добрив і органічних добрив збільшує вихідні ресурси рослин та ефективність використання води [7]. Характер росту рослин різко змінюється під час інокуляції пшениці біологічними добривами, саме це покращує виживання культури до збирання врожаю [8].

Важливе значення мають способи внесення мікроелементів, серед яких, ґрунтування насіння, внесення з добривами у ґрунт та позакореневе використання, яке вважають найбільш ефективним. Доведено, що обприскування посівів розчинами мікроелементів може покращити ріст коренів пшениці, що сприятиме міцності та стійкості рослин протягом всього періоду вегетації. В останні роки в усьому світі зафіксовано дефіцит мікроелементів в посівах пшениці, таких як залізо, марганець, мідь, цинк, бор, молібден. До факторів, які спричиняють проблеми з дефіцитом мікроелементів, відносять інтенсифікацію системи землеробства, хімічні добрива (NPK), надмірне вапнування кислих ґрунтів і підвищений попит на високоврожайні сорти пшениць. В ряді досліджень показано, що внесення мікроелементів (Fe, Mn, Zn, Cu та B) на різних стадіях росту пшениці шляхом позакореневого підживлення значно збільшує висоту рослин, кількість зерен в колосі, біологічну врожайність, індекс урожаю, врожайність соломи та зерна тощо [9,10].

Знання вмісту мікроелементів та їх зв'язку з іншими елементами живлення у ґрунті має життєво важливе значення для стратегій управління та покращення виробництва сільськогосподарських культур. Оцінка статусу

родючості ґрунту на виробничих ділянках може допомогти налагодити раціональне управління поживними речовинами.

Інформацію про необхідну кількість поживних речовин можна отримати з аналізу ґрунту та відомостей про винос поживних речовин з зерном і соломою. Потреба в поживних речовинах значною мірою залежить від родючості ґрунту, кліматичних умов, характеристики та врожайності сорту культури пшениці. Збалансоване застосування поживних речовин є життєво важливим елементом технології вирощування, яке значно покращує показники врожайності пшениці, такі як, індекс площі листової пластини, інтенсивність фотосинтезу, коефіцієнт асиміляції, висота рослин, довжина колоса, продуктивне кушення, вміст хлорофілу, біологічна врожайність, а також індекс урожаю тощо.

Збалансоване внесення добрив підвищує ефективність їх використання рослиною, покращує фізико-хімічний й біологічний стан ґрунту, що призводить до зростання врожайності. Тому, метою даного дослідження було встановлення ролі поживних речовин у підвищенні продуктивності пшениці озимої.

Отже, для отримання високих і стійких врожаїв пшениці озимої необхідним фактором є керування ростом і розвитком культури за допомогою відповідних агротехнічних заходів, які включають оптимальні способи живлення, що дозволяє отримувати екологічно чисту продукцію й зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

1.2 Вплив азотного компоненту мінеральних добрив на продуктивність пшениці озимої

Азот є важливим елементом компонентів клітин, включаючи амінокислоти, нуклеїнові кислоти, фотосинтетичний пігмент хлорофіл, білок і ферменти. Використання азоту посилює інтенсивність фотосинтезу, і, відповідно, вміст хлорофілу, який суттєво пов'язаний з роботою фотосинтезуючої системи рослин пшениці. Потреби зернових культур в азоті

відрізняються на різних фазах вегетації. Чого очікувати від конкретної кількості азотних добрив з точки зору врожайності залежить від інтенсивності поглинання азоту рослинами, сорту, який обумовлює структуру фотосинтетичного апарату, генетичного потенціалу рослин та частки загального асиміляту, виділеного зернам. Отже, використання оптимальної кількості азоту в основні фази розвитку рослини допоможе досягти розрахункового обсягу виробництва пшениці.

Зазвичай азот додають у ґрунт тричі. Першу частину вносять під час посівного циклу, другу й третю – під час вегетації. В ряді досліджень було зроблено припущення про те, що внесення змінних норм азотних добрив у різний час із різноманітними техніками внесення покращує врожайність пшениці [11]. Поглинання азоту рослинами пшениці посилюється від обробітку ґрунту до появи сходів. Внесення азотних добрив під час посіву або протягом початку вегетації значно посилює врожайність, незважаючи на вплив на якість білка пшениці. Однак, внесення азоту в нормі понад 151 кг/га може спричинити ризик вилягання та хвороб, хоча і збільшує вміст білка у зерні пшениці [12].

Автори дослідження [13] встановили, що внесення 50% азотних добрив під час основного обробітку ґрунту та 50% під час весняного підживлення значно підвищило рівень вільних амінокислот у прапорцевому листі, активність нітратредуктази та глутамінсинтетази. Усі ці фактори сприяли високому накопиченню білка в зерні. Урожайність зерна підвищилася від 5,3% до 15,4%, а вміст протеїну з 13,7% до 31,6%.

В роботі [14] досліджували вплив різних норм азотних добрив (0, 50, 100, 150 і 200 кг/га) на врожайність пшениці озимої. Збільшення врожайності зерна було очевидним і відбувалося за значною лінійною тенденцією, яка означала, що максимальна норма азоту (200 кг/га) могла бути зайвою для досягнення найвищого обсягу біологічного врожаю.

Дослідження Білоцерківської дослідно-селекційної станції протягом 2017-2019 рр. показали, що найвищий середній урожай зерна можна

отримати за використання норми азоту 110 кг/га, яка поєднує внесення азоту по мерзлоталому ґрунту та позакореневе підживлення у нормі 6,9 т/га. Значне збільшення білка в зерні пов'язують з нормами азоту 80 кг і 110 кг/га залежно від погодних умов [15].

Дослідження впливу доз і способів внесення азотних добрив на врожайність і якість зерна пшениці озимої, виконані авторами роботи [16] показали, що за рахунок різних доз азотних добрив врожайність підвищилась на 0,66-1,66 т/га, вміст білка в зерні збільшився на 0,5-0,6%.

Таким чином, аналіз літературних даних свідчить про можливість значного зростання якості та врожайності зерна пшениці озимої за внесення різних доз азотних добрив під час вирощування. Найбільш ефективним виявилось триразове внесення азотних добрив. Доведено, що наближення строків внесення азотних добрив до етапів формування продуктивних стебел і накопичення білка в зерні пшениці озимої забезпечує найвищу віддачу від використання добрив.

1.3 Роль фосфорних добрив у технологіях вирощування пшениці озимої

Фосфор є основним компонентом обміну речовин в рослині, який відіграє важливу роль у підтримці багатьох фізіологічних функцій, таких як, накопичення та передача енергії, фотосинтез, дихання, клітинна диференціація та розширення клітин, що передбачає синтез багатих енергією фосфатних сполук, таких як АТФ, АДФ. Фосфопротеїни, нуклеїнові кислоти, нуклеотиди та фосфоліпіди також є важливими компонентами клітин [17].

Протягом початкового періоду розвитку рослини потреба у фосфорі є першорядною. Через 3-4 тижні після проростання рослина пшениці легко засвоює обприскування фосфорними добривами. Потрібний рослинам фосфор, вологість насіння та відповідні опади підвищують тепловіддачу фосфорних добрив. Встановлено, що при внесенні азотно-фосфорних добрив, вміст фосфору у ґрунті значно вищий, ніж за внесення чистих фосфатних

добрив. Так, за внесення азоту в нормі 180 кг/га та P_2O_5 в нормі 90 кг/га значно покращуються такі параметри, як висота рослини, кількість зерен у колосі та маса зерна з колоса [18].

Для розрахунку доз мінеральних добрив для потреб культури пшениці використовують ізотерми адсорбції, за допомогою яких у дослідженні [19] узагальнили вплив азоту та фосфору на врожайність пшениці озимої та дійшли висновку, що і азот, і фосфор впливають на агрономічні параметри посівів пшениці, а саме, азот та P_2O_5 у нормі 120 та 90 кг/га, відповідно, забезпечують максимальну врожайність незалежно від агрокліматичних умов.

Значну роль у засвоєнні фосфорних добрив відіграє рівень рН ґрунту. Як відомо, більшість ґрунтів у зоні Лісостепу України є сильно кислими або середньо кислими. Тому, перед внесенням фосфорних добрив, залежно від рівня рН, проводять вапнування ґрунтів, і, відповідно коригують норми внесення добрив. Дослідження врожайності пшениці озимої на ґрунтах з різним вмістом вапна, показали, що в ґрунті, де вміст вапна становив 19%, врожайність пшениці зросла на 76,5% при нормах внесення P_2O_5 45-135 кг/га порівняно з ґрунтом, де вміст вапна дорівнював 4%, максимальний приріст врожайності становив 54,8 % за норми внесення P_2O_5 90 кг/га [20].

Дослідження, проведені в різних агрокліматичних умовах, дають неоднозначні дані щодо норм використання азотних та фосфорних добрив. Так, в роботі [21], автори вказують, що такі агротехнічні показники пшениці, як висота рослин, кількість зерен у колосі, маса зерна колоса й маса 1000 зерен істотно збільшується при внесенні азоту 180 кг/га і 90 кг/га P_2O_5 . Однак, в іншому дослідженні [22] повідомлялось, що значне збільшення врожайності біомаси пшениці може бути отримано при застосуванні фосфору в кількості від 75 до 100 кг/га.

Про значний вплив фосфорних добрив, внесених шляхом позакореневого обприскування, повідомляється авторами роботи [23], однак,

щодо пшениці озимої, доведено, що обробка ґрунту дає більш суттєві результати порівняно з позакореневим обприскуванням посівів [24].

З огляду літературних джерел можна зробити висновок, що фосфор має важливе значення для підживлення посівів пшениці, однак висновки різних дослідників зосереджені на впливі фосфору на врожайність пшениці й вихідні компоненти. Незважаючи на те, що ці висновки щодо внесення фосфорних добрив є корисними, подальші дослідження для оцінки динаміки фосфору в ґрунті, ефекту взаємодії фосфору з іншими мікро- та мікроелементами та нормами внесення добрив є доцільними.

1.4 Роль калію у складі мінеральних добрив при вирощуванні пшениці озимої

Калій є незамінним для рослин пшениці в різних проявах, включаючи осморегуляцію, розширення клітин, активацію ферментів, синтез білка, фотосинтез, транспорт та поглинання поживних речовин. На поглинання калію рослинами істотно впливає швидкість росту та склад рослин. Концентрація калію в корені визначає потребу рослин у надходженні цього елемента живлення протягом вегетації і продовжується до збирання врожаю.

У ґрунті калій міститься в чотирьох формах: обмінній, конститутивній, ретроградній і розчинній [25]. Обмінні та розчинні форми складають компартмент, доступний для рослин. Калій постачальна здатність ґрунту залежить від загального вмісту калію та різних його форм, на які впливають фізико-хімічні властивості ґрунту [26, 27]. Поглинання рослиною калію зменшується зі зменшенням вологи в ґрунті.

Основними добривами, що застосовуються в технологіях вирощування пшениці озимої є азотні та фосфорні добрива, калійні добрива використовуються менше. Тим не менш, їх дефіцит знижує якісні та кількісні показники врожайності посівів пшениці [28]. В роботі [29] показано, що при внесенні 60 і 90 кг/га K_2O можна отримати збільшення виробництва зерна пшениці на 27,34% і 30,03%, відповідно, однак, щодо механізму

стимулювання продуктивності пшениці за внесення калійних добрив у ґрунт дані відсутні. Більш високі норми калію пропонують вносити у ґрунт автори роботи [30], які тестували різні норми калійних добрив (0, 50, 100, 150 і 250 мг/кг ґрунту). Найбільш оптимальними для досягнення вищого врожаю зерна пшениці озимої виявились норми 150 і 250 мг K_2O на кг ґрунту.

На врожайність пшениці озимої вагомий вплив мають не лише норми внесення, а й строки. Так, в роботі [31] чотири рівні калію 0, 40, 80 і 120 кг/га застосовували в різні періоди вегетації: повна доза при посіві, дві рівні дози під час посіву та у фазу цвітіння (50% +50%) і повна доза у фазу цвітіння (100%). Встановлено, що внесення калію в нормі 120 кг/га в двох рівних дозах (50%+50%) призвело до найвищих значень висоти рослини (97 см), урожайності зерна (5,04 т/га) та урожайності соломи (9,04 т/га).

Результати досліджень п'яти норм калійних добрив: 0, 60, 80, 100 і 120 кг/га, які вносили в різні терміни представлені в роботі [32]. Внесення проводили за схемою: повна доза при посіві; рівні дози при посіві та через 30 діб після посіву; половинна доза при посіві + рівні дози через 30 та 60 діб після посіву; рівні дози при посіві та через 30, 60, 90 діб після сівби. Встановлено, що рівні дози калію та час їх застосування суттєво впливають на врожайність і компоненти врожайності пшениці. Застосування калію в нормі 120 кг/га сповільнило цвітіння та дозрівання, а також підвищило вміст хлорофілу, продуктивність стеблестою та висоту рослин. Значно вплинуло внесення калію у нормі 80 кг/га на вміст протеїну в зерні, азоту, фосфору та калію, що призвело до більш високого рівня (4,2 т/га) врожайності зерна. У разі застосування калій-таймінгу, найвищий показник врожайності зерна був досягнутий при внесенні калію одноразово під час сівби в нормі 80 кг/га [32].

Таким чином, ґрунтуючись на аналізі літературних джерел, можна дійти висновку, що калій разом з іншими макроелементами відіграє важливу роль у формуванні врожайності пшениці озимої, але питання щодо оптимального рівню калійних добрив для росту, врожайності та поглинання поживних речовин рослиною потребують подальшого дослідження.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Схема досліду та методика проведення польових досліджень

Польові дослідження було проведено в умовах СТОВ "Агрофірма Оржицька" Оржицького р-ну Полтавської області в продовж 2021-2023 років. Для проведення дослідження було обрано пшеницю озиму м'яку сорту Богдана.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий важко суглинковий з вмістом гумусу в орному шарі 4,8–5,1%, $pH_{KCl}=5,7$, вміст фосфору 8,9 мг/кг ґрунту, вміст азоту загального 14,6 мг/кг (лужногідролізованого – 10,3 мг/кг), вміст калію 68,7 мг/кг.

Оскільки вміст нітрогену у ґрунті достатньо низький (14,6 мг/кг), з метою збагачення ґрунту азотом, як попередник використовували горох. Після збирання попередника проводили дискування ґрунту на глибину 8–10 см дисковим знаряддям БДТ-7 під час якого більшу частину рослинних залишків гороху перемішали і заклали в ґрунт. Після чого в ґрунт були внесені мінеральні та комбіновані добрива. Основний обробіток ґрунту включав оранку на глибину 10-12 см плугом навісним КПС-4.

Передпосівний обробіток включав культивуацію ґрунту з боронуванням на глибину 5-6 см. Перед посівом, насіння пшениці озимої обробили фунгіцидом Максим, КС з розрахунку 2 л/т (діюча речовина – 25 г/л флудіоксонілу) для захисту від хвороб, що передаються з насінням та через ґрунт.

Спосіб сівби насіння – звичайний рядковий. Норма висіву насіння становила – 5,5-6,0 млн. штук схожого насіння на гектар. Загортання насіння при сівбі проводили на глибину 6-8 см, після чого проводили коткування за допомогою знаряддя ЗККШ-6.

Посівна площа земельної ділянки – 1 га, облікова – 0,8 га. Повторність досліду триразова, розміщення варіантів рендомізоване.

У весняний період (у фазу кушення) для боротьби з дводольними бур'янами посіви пшениці обприскували гербіцидом Пріма, SE (0,5 л/га), витрата робочої рідини 200 л/га.

Захист посівів від шкідників проводили за допомогою інсектициду фосфорорганічного походження Акцент (діюча речовина диметоат) з розрахунку 1,5 л/га. Як фунгіцид використовували Імпакт 25 SC (діюча речовина флутриафол) – 0,5 л/га.

Схема внесення добрив передбачала:

1. Базове внесення $N_{30}P_{40}K_{60}$ під час основного обробітку ґрунту на всі дослідні ділянки задля посиленого розвитку кореневої системи рослин пшениці та підвищення стійкості до морозів.
2. Весняне підживлення (регенеративне) проводилось шляхом додаткового внесення азотних добрив у дозі N_{30} :

Варіант 1: у фазу кушення: + N_{30} .

Варіант 2: у фазу кушення та у фазу «вихід у трубку» (+ N_{30} + N_{30}).

Варіант 3: у фазу кушення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння» (+ N_{30} + N_{30} + N_{30}).

Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості прямим комбайнуванням.

Визначення вмісту макроелементів (N, P, K) у ґрунті дослідних ділянок виконували у лабораторії Загальної біотехнології.

2.2 Гідротермічні умови за роки проведення досліджень

Аграрний потенціал України зосереджений в зонах Степу та Лісостепу, які охоплюють території зі змінними кліматичними умовами. З цієї причини технології вирощування будь-яких культур, і, перш за все, зернових, потребують моніторингу й контролю за гідротермічними умовами.

Пшениця озима сорту Богдана достатньо холодостійка культура, тому насіння починає проростати при температурі ґрунту від +1 до -2°C, а

оптимальною вважають температуру від +10 до +20°C. Тому, строки сівби в кожному році зумовлені середньодобовою температурою повітря, які можуть варіюватись в межах +12....+17°C. Саме за таких умов у рослин пшениці формується вузол кушення й добре розвивається коренева система, завдяки чому вона легко перезимовує. Отже, строки сівби пшениці озимої становили: у 2021 році – 28-30 вересня, у 2022 році в зв'язку з високою денною температурою +24°C посів здійснювали в другій декаді жовтня (12-14), тому що на початку жовтня спостерігалась максимальна температура +22,5°C, а середньомісячна температура становила +12,1°C, що на 4°C перевищувало кліматичну норму (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

**Середньомісячна температура повітря за роки проведення досліджень
(2021-2023 р р), °С**

	2021-2022	2022-2023
Вересень	22/15 (18)	24/15 (19,3)
Жовтень	15/9 (12)	17/10 (13,5)
Листопад	+3/-2 (0,3)	+4/+3 (3,5)
Грудень	-3/-4 (-2,8)	-1/-3
Січень	-4/-6 (-3,3)	-2/-4
Лютий	0/-2 (-4,3)	-4/-6
Березень	+8/+3 (5)	+4/0
Квітень	+14/+8 (11)	11/5(8)
Травень	23/15 (19)	19/12 (14)
Червень	28/19 (23)	24/17 (20)
Липень	25/16 (20)	29/20 (24)
Серпень	26/17 (21)	28/19 (24)
Середньорічна температура повітря	14	13

Примітка: денна температура/нічна (середньодобовий показник)

В умовах Лісостепу, до якого належить Полтавщина, велике значення має вологість ґрунту на час сівби пшениці, особливо у орному шарі 10-15 мм. Як видно з даних Таблиці 2.2 у вказані строки сівби кількість опадів у вересні 2021 року становила 84 мм, що на 40% перевищувало середню багаторічну норму, однак у 2022 році, на час сівби, відчувався дефіцит вологи при високій температурі повітря. Період весняно-літньої вегетації пшениці озимої – березень-червень за роки досліджень характеризувався опадами різної кількості та інтенсивності: 2022 рік – 245 мм, 2023 рік – 173 мм. Однак, якщо середньомісячна температура в даний період у 2022 році майже не відхилялася від норми, то у березні 2023 року вона складала лише +4°C вдень, а в ночі знижувалась до позначки 0°C.

Таблиця 2.2

**Середньомісячна кількість опадів за роки проведення досліджень
(2021-2023 рр.), мм**

	2021-2022	2022-2023
Вересень	84	17
Жовтень	42	14
Листопад	40	28
Грудень	28	28
Січень	70	54
Лютий	38	51
Березень	63	17
Квітень	51	68
Травень	91	70
Червень	40	23
Липень	40	72
Серпень	26	48
Сумарна кількість опадів за рік, мм	За 2019 – 299 мм	За 2021 – 382,0 мм За 2022 – 181,9мм

З настанням повної стиглості зерна пшениці у третій декаді червня 2022 року переважала дуже тепла з незначними опадами погода. В цілому, середня температура повітря за червень склала 23,9°C, що було на 3°C вище за середню багаторічну норму. Загалом за місяць випало близько 23 мм (при нормі 60 мм), що склало лише 38% від кліматичної норми. В результаті такого несприятливого гідротермічного режиму волога в орному шарі була майже відсутня.

У червні та на початку липня 2023 року на момент збирання врожаю пшениці середня температура повітря становила 22°C, що було на 1,6°C вище за середню багаторічну норму, в окремі дні максимальна температура повітря підвищувалася до 37°C, а мінімальна знижувалася до 10,2°C. Вдень поверхня ґрунту прогрівалася до 60,1°C, а вночі охолоджувалася до 11°C, але кількість опадів відповідала багаторічним показникам (68 мм).

На момент збирання врожаю у 2023 році погода була спекотною, переважно без опадів. Максимальна температура повітря знаходилася у межах від 23 до 29°C тепла, вдень температура на поверхні ґрунту становила 46-57°C, а вночі знижувалась до 11-14°C тепла. Лише в другій декаді червня спостерігались суттєві опади, кількість яких перевищили норму на 6%.

Таким чином, погодні умови лише 2022 року були більш сприятливими для отримання високого врожаю пшениці озимої.

2.3 Особливості технологій вирощування пшениці м'якої озимої сорту Богдана

Для проведення дослідження було обрано пшеницю м'яку озиму сорту Богдана, оригінаторами якого є Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААН України. В Реєстрі сортів рослин України сорт Богдана зареєстрований у 2003 році. Зона його вирощування – Полісся, Лісостеп та Степ України, сорт є високоврожайним, в умовах зон вирощування можна отримати врожайність до 11,4 т/га.

Сорт Богдана належить до сильних пшениць, зернового напрямку використання. До основних характеристик слід віднести: високу морозостійкість, підвищену засухостійкість, високу стійкість до полягання та осипання, середню стійкість до ураження борошнистою росою, бурою листовою іржею, корневими гниллю. Сорт належить до середньоранніх, період вегетації 305-310 днів.

Рослина пшениці сорту Богдана має відносно довге міцне стебло (95-99 см), відрізняється високою куцистістю, довжина колоса до 11 см, середньої щільності, на верхівці знаходяться остюкоподібні відростки, конусовидної форми, білого кольору, з помірним восковим нальотом; зернівка велика, овальної форми, з неглибокою борозенкою; маса 1000 насінин складає 43,8-45,7 грам.

Строк настання повної стиглості (збирання врожаю) визначають еозинним методом, який було запропоновано кафедрою рослинництва Харківського аграрного університету. Даний метод ґрунтується на біологічному зв'язку між фазою стиглості зерна та інтенсивністю транспірації рослин. З цією метою у 1 %-й розчин еозину занурюють свіжозібране колосся із соломкою довжиною 15-20 см і залишають на 3 год. Через 3 години фіксують зміну забарвлення колосся і визначають фазу стиглості: інтенсивно-червоне забарвлення свідчить про настання молочної стиглості, якщо забарвлюються лише окремі колоски і дуже слабо – воскова стиглість, колосся повної стиглості не забарвлюється взагалі.

Одним із найефективніших заходів підвищення якості зерна є правильна науково обґрунтована система удобрення. Саме за рахунок застосування добрив відбувається підвищення врожайності до 40-50%. Важливим чинником, який в першу чергу впливає на якість зерна, є вміст азоту в ґрунті, [33]. Разом з тим, середній коефіцієнт корисної дії азоту в польових умовах становить лише 32-40%. Низька ефективність використання рослинами азотних добрив спричиняє не тільки економічні втрати, але є екологічно небезпечною (це втрати NO_3^- через вимивання, NH_3 через

випаровування, а також викиди інших азотвмісних газів). Ці втрати не лише знижують родючість ґрунту, але також становлять ризик для атмосфери, гідросфери та здоров'я людини. Випаровування NH_3 відбувається переважно при поверхневому внесенні добрив без загортання в ґрунт і може сягати 60%, і саме дана форма азоту сприяє парниковому ефекту.

Одна з стратегій зменшення втрат азоту та підвищення його ефективності полягає у використанні добрив з інгібіторами нітрифікації або уреаз. Найпоширенішими азотними добривами в світі для виробництва озимої пшениці є уреїнові добрива. Сечовина, яка вноситься на поверхню ґрунту, дуже швидко гідролізується, утворюючи CO_2 і велику кількість NH_3 . Для гідролізу сечовини необхідний фермент уреаз, активність якого може бути знижена інгібітором уреаз. Застосування інгібітору уреаз з сечовиною сприяє затримці перетворення сечовини в іони NH_4^+ у ґрунті за рахунок часткового пригнічення активності уреаз.

Принцип дії більшості інгібіторів нітрифікації полягає у впливі ферменту аміномонооксигенази, який відповідає за окислення амонію в нітрит на першому етапі нітрифікації (перетворення NH_4^+ в NO_2^-). Інгібітор нітрифікації тимчасово зв'язує аміномонооксигеназу, що призводить до збереження нерухомого NH_4^+ у ґрунті на більш тривалий період (4–10 тижнів) [34].

Але, при виборі технологій утримання азоту в ґрунті аграрії часто спираються на економічну складову. Тому, не завжди використовують різного роду інгібітори, які найчастіше є дорогішими. Дуже часто для підвищення ефективності використання рослинами азоту використовують гумінові препарати, які покращують засвоєння поживних речовин (азот, фосфор, калій) рослинами і сприяють їх пролонгованій дії. Їх ще називають потенційними підсилювачами поживних речовин. Так, гумінові кислоти, зокрема, стали широко використовуватися як добавки для модифікації добрив на основі сечовини через їх вплив на зростання рослин і перетворення сечовини. Крім того, гумінові кислоти демонструють високу здатність до

інгібування та стабілізації активності уреазы на ранніх та пізніх періодах перетворення сечовини і сильно впливають на розмір популяції ґрунтової мікробіоти. Їх структура пов'язана з конверсією азоту. Ці властивості гумінових кислот, на додаток до їх широкої доступності, обумовлюють їх використання як підсилувачів поживних речовин, що підвищує ефективність засвоєння добрив і врожайність [35]

Ще однією важливою поживною речовиною для оптимального розвитку пшениці є сірка, яка відіграє важливу роль у формуванні врожаю та білкової структури. Взаємодія між азотом і сіркою впливає не тільки на поглинання і асиміляцію NO_3^- і SO_4^{2-} , а й на метаболізм азоту та сірки. В пшениці, за дефіциту сірки, амінокислота аспарагін накопичується в зерні, що сприяє підвищенню ризику утворення нездорового акриламід у під час випікання борошняних виробів. Запобігти недостатньому живленню рослин пшениці сіркою можна також за допомогою гумінових препаратів, тому що кожен з них містить сірку.

Важливим агротехнічним заходом підвищення якості зерна пшениці є правильний підбір попередників. Кожна польова культура залежно від технології вирощування використовує різну кількість води та поживних речовин і по-різному впливає на фізичні властивості ґрунту, що створює сприятливі умови для вирощування наступної культури. Тому, при виборі попередника слід спиратися на фізико-хімічні показники ґрунту. Якщо ґрунт характеризується недостатнім вмістом азоту, як культуру-попередник доцільно використовувати зернобобові, тому в даному дослідженні було обрано горох.

Однією з суттєвих причин недоотримання врожаю пшениці озимої є розвиток хвороб, забур'яненість посівів та поширення шкідників [36]. Вагомою причиною втрати врожаю пшениці є бур'яни, втручання яких може призвести до втрати врожаю пшениці від 5 до понад 80%. Найбільш часто в посівах пшениці озимої зустрічаються однодольні та дводольні, серед яких, ромашка польова, осот польовий, в'юнок польовий, осот звичайний, молочай,

гречка. З метою запобігання втрат врожаю через поширення бур'янів проводять захист посівів шляхом обприскування різноманітними гербіцидами, наприклад, Гроділ Максї, який є ефективним проти багатьох видів бур'янів. Незважаючи на те, що використання гербіцидів уможливило впровадження систем збереження культур, збільшення використання гербіцидів для боротьби з бур'янами призвело до еволюції стійкості до гербіцидів [37].

Основним джерелом хвороби рослин є ґрунт. Як правило, видовий склад мікологічних збудників для кожної еколого-географічної зони різноманітний. Дослідженнями встановлено, що переважаючими видами мікологічних збудників є гриби *G. gordonii*, що зумовлюють кореневу гниль рослин пшениці. Ураження врожаю грибовими захворюваннями може становити від 15 до 40%. Причинами поширення корневих гнилей можуть бути несприятливі погодні умови, недотримання сівозміни, поверхневий обробіток ґрунту, неправильне застосування окремих препаратів для захисту рослин від комплексу хвороб, бур'янів тощо. Слід відзначити, що пошкоджені рослини слабо кущаться, часто на початку цвітіння спостерігається в'янення листя й відмирання плодоносних стебел. Зерно на решті стебел порожнисте або з'являються повні білі колоски. Задля запобігання розвитку кореневої гнилі необхідно проводити культивуацію ґрунту з боронуванням на глибину 5-6 см під час передпосівного обробітку. Перед висівом зазвичай проводять протруювання насіння з використанням протигрибкових препаратів, наприклад Раксил Ультра FS, або за допомогою одним із фізичних методів (озонування, опромінення тощо).

Таким чином, удосконалення технологій вирощування пшениці шляхом пошуку ефективних форм добрив, оптимізація способів захисту посівів від шккододіючих чинників є потужними агротехнічними заходами, що сприяють реалізації потенціалу продуктивності культури, і є одним із головних резервів збільшення виробництва високоякісного зерна *Triticum aestivum L.*

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Визначення вмісту основних елементів живлення (N, P, K) у ґрунті дослідних ділянок за всіх варіантів внесення добрив

Усі біогенні елементи виконують у рослині життєво важливі функції. Їх вміст зумовлює продуктивність культури. Збалансоване живлення рослин макро- та мікроелементами контролює численні процеси обміну речовин та відіграє ключову роль у формуванні врожаю та його хімічного складу. Рослинам практично байдуже, що є джерелом елементів живлення – тверда фаза ґрунту або добрива, що вносяться. Важливо, щоб вони знаходилися в ґрунті в достатній кількості та оптимальному співвідношенні. За будь-якого рівня хімізації землеробства необхідний контроль за станом балансу поживних елементів у системі «ґрунт–рослина».

Споживання азоту рослинами пшениці озимої починається з перших днів життя і триває до кінця наливу зерна. Так, у фазу кушіння споживання азоту становить 20-25%, у період «вихід в трубку» – «початок колосіння» – 50-55%, «цвітіння» – «початок воскової стиглості» – 5-10% від максимально спожитої кількості азоту. Дефіцит азоту в окремі фази розвитку культури неможливо компенсувати внесенням його в наступні фази [38].

Значно покращує врожайність пшениці внесення азотних добрив у ґрунт під час основного обробітку ґрунту, під час посіву або протягом процесу вегетації. Однак, підвищені дози азоту можуть зумовити ризик вилягання та захворювання рослин, хоча і сприяють збільшенню вмісту протеїну в зерні.

Тому, для досягнення високої продуктивності будь-якої культури треба здійснювати моніторинг елементів живлення протягом всього процесу вирощування, починаючи з їх визначення у ґрунті перед висівом насіння.

В даній роботі проведено визначення вмісту основних елементів живлення (N, P, K) у верхньому шарі ґрунту дослідних ділянок після

внесення базового добрива у нормі $N_{30}P_{40}K_{60}$ перед висівом насіння. Всі подальші визначення проводились після проведення додаткового підживлення ($+ N_{30}$) у різні фази розвитку (Таблиця 3.1).

Отримані результати свідчать, що внесення різних доз добрив сприяє збільшенню концентрації поживних елементів у ґрунті, але ступінь їх зміни неоднозначна. Серед всіх поживних елементів найбільше зростання вмісту спостерігали для азоту, вміст фосфору та калію змінився несуттєво.

Таблиця 3.1

Вміст основних елементів живлення у ґрунті дослідних ділянок після внесення добрив, мг/кг ґрунту

Варіант досліджу	N загальний	N лужно-гідролізований	P	K
$N_{30}P_{40}K_{60}$	18,6	13,9	10,1	78,6
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30}$	20,8	15,2	11,2	87,6
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30}$	22,3	16,4	12,4	95,1
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30} + N_{30}$	26,3	17,6	12,9	94,6

Як видно з наведених даних, додаткове внесення азотних добрив у фазу кушення в дозі N_{30} сприяло збільшенню вмісту азоту загального в ґрунті на 12% відносно базового рівня ($N_{30}P_{40}K_{60}$), вміст фосфору виріс на 10,9%, обмінного калію – на 11,4%. Також, спостерігали збільшення вмісту лужногідролізованого азоту, який корелював зі зростанням загального азоту, приріст становив $\sim 9,3\%$.

Другий варіант досліджу передбачав внесення добрив у фазу кушення та у фазу «вихід у трубку» ($+ N_{30} + N_{30}$). Результатом такої обробки стало збільшення вмісту азоту в ґрунті на 20%, лужногідролізованого – на 18,2% у порівнянні з базовим рівнем.

Інтенсивне удобрення ґрунту в дозі $+ N_{30} + N_{30} + N_{30}$, що проводили у фазу кушення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння» сприяв

максимальному зростанню вмісту азоту загального – на 41,2%, лужногідролізованого – на 26,4%.

Вміст фосфору в ґрунті у фазу «вихід у трубку» (+ N₃₀ + N₃₀) становив 12,4 мг/кг ґрунту, тобто, на 22,7% вище за базовий рівень, у фазу «початок колосіння» майже не змінився – 12,9 мг/кг ґрунту.

Вміст обмінного калію у ґрунті також не залишився незмінним, його збільшення на всіх етапах дослідження, тобто, додаткового підживлення відбувалось послідовно і становило ~ 21% після внесення добрив у фазу кушення та на 20,4% у фазу «вихід у трубку».

Таким чином, максимальний ефект на накопичення азоту, фосфору і калію у ґрунті в наслідок внесення додаткових доз добрив (+ N₃₀) до базової (N₃₀P₄₀K₆₀) спостерігали на ділянці, де ґрунт удобрювали на всіх основних етапах розвитку рослин пшениці – у фазу кушення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння». Вміст азоту за такого варіанту внесення добрив виріс на 41,2%, у тому числі лужногідролізованого – на 26,4%. Вміст фосфору та калію на 27,7 та 20,3%, відповідно.

3.2 Вплив варіантів удобрення на складові врожайності та обсяг врожаю пшениці озимої сорту Богдана

Урожайність будь-якої культури є математичною функцією окремих компонентів врожайності, таких, як кількість рослин на одиниці площі та продуктивність окремої рослини. Параметрами, за якими спостерігали протягом усіх експериментальних років, були кількість рослин на 1 м², кількість зерен у колосі та маса 1000 зернин.

Продуктивність переважної більшості сучасних сортів *Triticum aestivum* L. обумовлена високою кількістю зерна з колоса та кількістю рослин на 1 м² поля. В той же час, механізми зростання продуктивності як пшениці, так і інших зернових, на сучасному етапі розвитку аграрного виробництва не встановлені, тому дослідження в даному напрямку є актуальними [39, 40].

Результати аналізу впливу доз досліджуваних добрив на компоненти врожаю пшениці озимої сорту Богдана представлені в Таблиці 3.2. Аналіз даних дозволяє оцінити роль різних доз добрив у формуванні врожайності пшениці озимої сорту Богдана.

Найвищий показник продуктивного кушення рослин пшениці (1,92) спостерігали на варіанті, де для удобрення використовували додаткове до базового удобрення у фазу кушення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння» ($N_{30}P_{40}K_{60}+N_{30}+N_{30}+N_{30}$). Даний показник перевищував показник продуктивного кушення на варіантах із застосуванням лише базового удобрення ($N_{30}P_{40}K_{60}$) на $\sim 24,7\%$. Суттєво відрізнялось продуктивне кушення рослин пшениці на ділянках, де застосовували одну дозу додаткового удобрення, тобто, $N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30}$ від ділянок, які удобрювались подвійною та потрійною дозою додаткових добрив ($+ N_{30}$). Перевищення склало: $15,0\%$ на ділянці, де додаткові дози вносили тричі у порівнянні з ділянкою з однократним використанням додаткової дози. Продуктивне кушення рослин пшениці на ділянках, де додаткове удобрення протягом вегетації вносили двічі (у фазу кушення та у фазу «вихід у трубку») лише на $7,8\%$ виявилось меншим за $N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30} + N_{30}$.

Таблиця 3.2

Компоненти врожаю пшениці озимої сорту Богдана за різних варіантів удобрення (середній показник)

Варіант удобрення	Продуктивне кушення, стебел/рослину	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зернин, г
$N_{30}P_{40}K_{60}$	1,54	1,65	42,23
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30}$	1,67	1,69	42,51
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30}$	1,78	1,82	45,38
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30} + N_{30}$	1,92	1,99	48,80

Продуктивне кушення пов'язане з масою зерна з однієї рослини, В даній роботі спостерігали пряму залежність між даними показниками.

Найменшу масу зерна з колоса було отримано на ділянках, де вносили лише базові добрива $N_{30}P_{40}K_{60}$ (1,65 г), а найбільшу – на ділянках з використанням $N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30} + N_{30}$ (1,99 г), таким чином, збільшення маси зерна з колоса за такої дози добрив становило 20,6%. Порівняння маси зерна з колоса на варіантах з використанням однієї, двох та трьох доз додаткових підживлень ($+N_{30}$) показало, що найбільш ефективним варіантом за впливом на даний показник виявився $N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30} + N_{30}$. Збільшення маси зерна становило 17,7% у порівнянні з однократним внесенням і 9,3% за використання подвійної дози додаткових добрив.

В багатьох експериментальних роботах встановлено, що додаткове підживлення азотними добривами пшениці озимої протягом вегетації призводить до збільшення кількості зерен в колосі, їх ваги та маси 1000 зернин [41,42]. Аналогічну залежність спостерігали і в даній роботі.

Отримані результати свідчать, що ефект від удобрення $N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30} + N_{30}$ був більш суттєвим у порівнянні з одним додатковим підживленням та базовою дозою добрив на всі компоненти врожаю, у тому числі і на масу 1000 зернин. Серед додаткових доз азотних добрив найбільш ефективним виявилась потрійна ($+N_{30} + N_{30} + N_{30}$) доза щодо впливу на масу 1000 зернин. На ділянках, де удобрення проводили такою дозою маса 1000 зерен на 14,8% перевищували цей показник на варіанті з використанням однієї дози та на 7,5% за двох доз добрив.

Вага 1000 зерен залежно від доз застосованих додаткових удобрень коливалась в межах 42,23–48,80 г. Найвищий показник ваги (48,80 г) отримали з рослин, де в ґрунт вносили додаткове підживлення тричі: у фазу кушення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння», це на 15,6% вище, чим при застосуванні базової дози добрив.

Таким чином, на формування елементів структури врожаю значною мірою вплинули дози додаткових підживлень ґрунту ($+N_{30}$) протягом вегетації рослин пшениці. Із застосуванням доз добрив, що вносили у фазу кушення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння» продуктивне

кущення рослин збільшилось в середньому на 24,7%, маса зерна з колоса на 20,6%, маса 1000 зернин на 15,6% у порівнянні з даними показниками ділянок, де вносили лише базову дозу добрив ($N_{30}P_{40}K_{60}$).

Відомо, що формування врожаю пшениці озимої залежно від доз добрив відбувається по-різному. В одному випадку – за рахунок високого коефіцієнта продуктивного кушіння, в іншому випадку – за рахунок високої маси 1000 зерен, у третьому – за рахунок більшої озерненості колосу, а в деяких випадках – за рахунок всього цього комплексу.

В наших дослідженнях урожайність зерна пшениці озимої сорту Богдана залежала як від метеорологічних умов, так і від доз додаткових підживлень. Для оцінки ролі доз добрив у формуванні врожайності та аналізу їх ефективності, в дані роботі було порівняно урожайність пшениці з ділянок, удобрених базовими добривами, та врожайність з ділянок, де вносили додаткові добрива у дозі + N_{30} у різні фази розвитку рослин. Результати представлені у Таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Рівень врожаю зерна пшениці озимої сорту Богдана залежно від доз внесення добрив за роки досліджень (2021-2023 рр.), т/га

Варіант удобрення	2022	2023	Середня врожайність
$N_{30}P_{40}K_{60}$	5,36	5,47	5,31
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30}$	5,42	5,58	5,88
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30}$	6,42	6,49	6,45
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30} + N_{30}$	6,79	6,82	6,80

Збалансоване живлення рослин пшениці озимої, вочевидь, дозволило знизити негативний вплив метеорологічних факторів на врожайність. У проведеному польовому досліді з використанням додаткових доз добрив у різні фази вегетації пшениці озимої отримані дані, що підтверджують

достовірно збільшення врожаю на всіх доз їх використання у порівнянні з базовим удобренням. Кожне додаткове внесення дози азотних добрив + N₃₀ сприяло значному підвищенню ефективності їх дії, що відобразилось у зростанні врожайності в середньому на 25,7% за внесення N₃₀P₄₀K₆₀ + N₃₀ + N₃₀ + N₃₀ у порівнянні з базовою дозою добрив N₃₀P₄₀K₆₀.

Порівняно врожайність з ділянок, удобрених однією, двома та трьома дозами азотних добрив з врожайністю з ділянки, де добрива вносили лише перед посівом (базова доза N₃₀P₄₀K₆₀). Отримані результати підтверджують, що внесення кожної додаткової дози добрив (+N₃₀) підсилює дію базових добрив і, як наслідок, зростає врожайність. Так, приріст урожайності на ділянках, які удобрювались додатково лише у фазу кушення (+N₃₀) становив 10,7%. Внесення додаткових доз добрив у фазу кушення та у фазу «вихід у трубку» (+ N₃₀ + N₃₀) ще більше вплинули на обсяг врожаю, приріст якого у порівнянні з базовим удобренням складав 21,5%.

Максимальне збільшення врожайності (28,1%) отримано на ділянці, де в ґрунт вносили додаткові дози добрив у фазу кушення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння».

Таким чином, результати даного дослідження показали, що додаткове удобрення пшениці озимої азотними добривами у фазу кушення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння» дозами + N₃₀ + N₃₀ + N₃₀, які збільшили рівень базових добрив, виявилось ефективним для посилення компонентів врожайності та для досягнення високого врожаю пшениці озимої сорту Богдана. Присутні в ґрунті елементи живлення здатні забезпечити належний рівень поживних речовин, необхідний рослинам пшениці протягом всієї вегетації та скорегувати їх доступність для рослин. В цілому, застосування удобрення за схемою N₃₀P₄₀K₆₀ + N₃₀ + N₃₀ + N₃₀ дозволяє отримати збільшення врожаю за рахунок поліпшення всіх його структурних показників.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Для розрахунку економічної ефективності вирощування пшениці озимої за різних варіантів удобрення необхідно правильно визначити систему взаємопов'язаних показників, які повинні найбільш об'єктивно характеризувати її рівень. Для цього ми врахували не лише загальні, продуктивні можливості культури (врожайність, т/га), а й низку інших важливих показників: вартість валової продукції, загальні витрати, собівартість продукції, умовно чистий прибуток та рівень рентабельності (%). В Таблиці 4.1 представлена технологічна карта вирощування пшениці озимої з урахуванням переважної кількості витрат, у тому числі вартість всіх варіантів добрив, що досліджувались.

Таблиця 4.1

Технологічна карта вирощування пшениці озимої сорту Богдана

Види робіт	Сільсько-господарська техніка	Марка с/г обладнання	Заробітна плата, грн.	Витрата дизпалива, л	Загальна вартість, грн.
Основний обробіток ґрунту					
Дискування ґрунту (лушіння)	Т-150К	БДТ-7	165,0	6,1	343,0
Внесення добрив + вартість добрив	МТЗ-80/82	МВД-1000	120,0	1,6	10928,0
Обробіток ґрунту комбінованим агрегатом	МТЗ-80/82	АКГМ-3,6	165,0	4,8	305,0
Культивація ґрунту на глибину 10-12 см	Трактор Т-150К	Культиватор 2КПС-4	165,0	3,0	252,0
Передпосівний обробіток ґрунту та сівба					
Передпосівна культивування ґрунту з боронуванням на глибину 5-6 см	Трактор Т-150	Культиватор КПС-4	120,0	5,0	266,0
Протруювання насіння (Раксил Ультра FS, 0,2 л/т)	-	-	167,0		167,0
Сівба рядковим способом з внесенням добрив	Трактор Т-150	СЗ-5,4	220,0	4,0	337,0
Коткування посівів	МТЗ-80/82	ЗККШ-6	64,0	2,8	146,0

Догляд за посівами					
Прикореневе живлення добривами + вартість добрив	Трактор Т-150	СЗ-5,4	170,0	4,0	11048,0
Обробка гербіцидами (Гроділ Максі 0,11 л/га)	Трактор МТЗ-80/82	ОП-800	130,0	1,2	432,0
Приготування та обробка інсектицидом (Акцент 1,5 л/га)	МТЗ-80/82	ОП-800	130,0	1,2	165,0
Приготування та обробка фунгіцидом (Імпакт 25 SC 0,5 л/га)	МТЗ-80/82	ОП-800	130,0	1,2	165,0
Збирання врожаю					
Пряме комбайнування з подрібненням соломи та розкиданням	Дон-1500Б			9,5	603,0
Транспортування зерна на тік	ГАЗ-3307		278,0	2,5	350,0
Виробнича собівартість					26558,0
Непередбачені витрати (20 %)					5312,0
Повна собівартість					31870,0

Примітка: дизельне пальне – 29,14 грн/л; тарифна ставка на механізованих роботах в рослинництві в Полтавській області – 20,37 грн/год; тарифна ставка на транспортних роботах в рослинництві в Полтавській області – 16,74 грн/год.

Розрахунок витрат паливно-мастильних матеріалів і розмір тарифних ставок проведено відповідно до [43]. Слід зазначити, що основні витрати при вирощуванні пшениці за такими варіантами удобрення лягають на придбання та внесення добрив, вартість яких істотно впливає на економічну ефективність процесу вирощування пшениці озимої, але їх використання економічно виправдане, оскільки забезпечило отримання найвищого прибутку 20141 грн/га при застосуванні $N_{30}P_{40}K_{60}+N_{30}+N_{30}+N_{30}$, рентабельність виробництва становила 143% (Таблиця 4.2).

Таким чином, найбільшу економічну ефективність забезпечує впровадження в технологію вирощування пшениці озимої для удобрення ґрунту базове внесення добрив $N_{30}P_{40}K_{60}$ перед посівом та додаткове підживлення в дозі N_{30} у фазу кушення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння», оскільки врожайність за такого способу внесення поживних речовин значно вища і складає 6,79-6,82 т/га, ніж за використання

лише базових добрив (5,36-5,47 т/га) або однократного внесення у фазу кушення рослин пшениці (5,42-5,58 т/га).

Таблиця 4.2

**Економічна ефективність вирощування пшениці озимої сорту Богдана
залежно від варіанту удобрення**

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Виробнича собівартість, грн/га	Повна собівартість, грн/т	Валова продукція, грн/га	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
$N_{30}P_{40}K_{60}$	5,31	9026	10831	24840	14009	129,3
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30}$	5,88	10442	11530	26680	15050	130,5
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30}$	6,45	11036	13243	31280	18037	136,2
$N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30} + N_{30}$	6,80	12347	14187	34312	20141	143,0

Тому, в умовах Полтавщини, пшеницю озиму економічно доцільніше вирощувати за застосування доз добрив, які слід вносити за схемою $N_{30}P_{40}K_{60}+N_{30}+N_{30}+N_{30}$, незважаючи на відносно високу їх вартість, оскільки отримані врожаї на ~28,1% перевищують ті, що отримані за використання лише базових доз добрив.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Одним з головних умов переходу аграрного виробництва на сталий розвиток, як у всьому світі, так і в окремих країнах, є забезпечення продовольчої безпеки. Однак, продовольча безпека передбачає стійке забезпечення продовольством не тільки в сьогоденні, але і в майбутньому, що можливо тільки при збереженні агроресурсів – ґрунтів, природних кормових угідь, гідрологічних і гідрохімічних параметрів агроландшафтів, біологічного різноманіття. Збереження агроресурсів можливо при переведенні сільського господарства на агроекологічні принципи, тобто впровадження системи органічного сільського господарства, яка базується на екологічних процесах і циклах, а не на використанні ресурсів із негативними наслідками (великих кількостей мінеральних добрив, пестицидів, гербіцидів хімічного походження) і яка підтримує здоров'я ґрунтів та екосистем [44, 45].

Органічне сільське господарство передбачає використання біологічних факторів підвищення природної родючості ґрунтів [46, 47], агроекологічних методів і біологічних засобів боротьби із шкідниками і хворобами, створює умови для збереження біорізноманіття. Але не завжди виробники сільгосппродукції погоджуються на такі трансформації, оскільки у перші роки вони повинні тільки вкладати кошти, а вагомий прибуток можуть отримати лише через два роки. Тому, вирощування рослинної продукції за традиційною технологією вимагає комплексної охорони довкілля і екологічна оцінка наслідків його діяльності на підставі Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку» від 20.03.2018 № 2354-VIII стає необхідністю.

Сучасне вирощування зернових культур не можливе без використання мінеральних добрив, але навіть при правильному їх застосуванні вони здатні завдавати екологічної шкоди навколишньому середовищу, а отже і людині [48]. Як відомо, для свого розвитку рослини потребують певної кількості біогенних речовин, які зазвичай поглинаються з ґрунту. У природних

екосистемах біогени, асимільовані рослинністю, повертаються у ґрунт у результаті процесів деструкції у кругообігу речовини. Деякі форми азоту фіксуються бактеріями з атмосфери. Частина біогенів приноситься з опадами. На негативній стороні балансу знаходяться інфільтрація та поверхневий стік розчинних сполук біогенів, їх винос із ґрунтовими частинками в процесі ерозії ґрунту, а також перетворення сполук азоту в газоподібний стан і потрапляння їх в атмосферу.

Сільське господарство порушує природний, практично замкнутий баланс біогенів. Щорічний урожай забирає частину біогенів. Наприклад, з урожаєм зерна виноситься приблизно 63 кг азоту з 1 га площі зернових, причому, чим вищий урожай, тим відносно більша інтенсивність виносу. Отже, навіть якщо початковий запас поживних речовин у ґрунті і був значним, в агроєкосистемі він може бути витрачений порівняно швидко. Звідси впливає необхідність застосування добрив для підтримки родючості ґрунту та підвищення врожаїв, оскільки при інтенсивному землеробстві без добрив родючість ґрунту знижується вже на другий рік.

Зазвичай застосовуються азотні, фосфорні та калійні добрива у різних формах залежно від місцевих умов. Однак, поряд із позитивними ефектами, добрива створюють також екологічні проблеми, що призводить до значних забруднень гідросфери та атмосфери. Негативна дія добрив на довкілля пов'язана, перш за все, з недосконалістю властивостей та хімічного складу добрив, а також неправильним їх використанням. Істотними недоліками багатьох мінеральних добрив є:

- наявність залишків кислот (вільна кислотність) внаслідок технології виробництва;
- втрати гумусу внаслідок тривалого застосування фізіологічно кислих або лужних добрив, що збільшує рухливість та міграцію багатьох елементів;

- наявність фтору у добривах, який накопичується рослинами і порушує обмін речовин, ферментативну активність (інгібує дію фосфатази), негативно діє на фото- та біосинтез білка;
- наявність важких металів (кадмію, свинцю, нікелю), якими забруднені фосфорні та комплексні добрива.

Внесені в ґрунт розчинні фосфорні добрива у вигляді P_2O_5 на 10-30% використовуються рослинами, а решта залишається в ґрунті і зазнає різноманітних перетворень. Однак, відомо, що тривале застосування великих доз фосфорних добрив може призвести до так званого «зафосфачування», коли ґрунт збагачується фосфатами, що засвоюються, і нові порції добрив не надають ефекту. У цьому випадку надлишок фосфору в ґрунті може порушити співвідношення між поживними речовинами та іноді знижує доступність рослин цинку та заліза.

Калій добрив, внесений у ґрунт, подібно до фосфору, також не залишається в незмінному вигляді. Частина його в ґрунтовому розчині залишається в незмінному вигляді, частина переходить у обмінну форму, а частина перетворюється на необмінну, малодоступну для рослин форму. В якій саме формі калій перебуватиме у ґрунті залежить від властивостей ґрунту та погодних умов. На Полтавщині, яку останніми роками можна віднести до зони з недостатнім зволоженням та відносно жарким кліматом, де ґрунти періодично звожуються і пересихають, спостерігаються інтенсивні процеси фіксації калію добрив ґрунтом, внаслідок чого калій добрив перетворюється у необмінну форму. До того ж, наші чорноземи мають високу фіксуєчу здатність. Однак, внесення високих доз добрив сприяє зменшенню фіксації калію, але збільшує навантаження на ґрунт.

Азот входить до складу добрив в нітратній та аміачній формі. Нітратні форми азоту ґрунтом не поглинаються, легко вимиваються водою, і таким чином, потрапляють у ґрунтові води та річки. Наслідком цього є перевищення норм вмісту цих речовин у водних джерелах, що може бути шкідливим для людини, а також веде до небажаної зміни гідробіоценозів.

Аміачні форми поглинаються ґрунтом, але після їх нітрифікації набувають властивості нітратних добрив. Втрата азоту добрив із ґрунту можлива в результаті випаровування азоту у вільній формі або у вигляді оксидів азоту, що призводить до забруднення повітря. Рослини мають властивість накопичувати нітрати, що містяться у ґрунті у надлишкових кількостях, при цьому врожайність рослин зростає, але продукція виявляється отруєною. Самі нітрати не токсичні, але при потраплянні в організм вони перетворюються на нітрити, які мають значну токсичність.

Екологічні ризики в агроекосистемах також пов'язані із внесенням пестицидів, засобів захисту рослин, системою обробітку ґрунту. Понад 98% інсектицидів та 95% гербіцидів внаслідок розпорошення досягають нецільових мішеней або поширюються по всіх сільськогосподарських полях, переносяться вітром у водойми, пасовища і т. ін. [49]. Крім того, екологічні проблеми виникають через недосконале транспортування та зберігання пестицидів. Свій негативний вплив на здоров'я людини пестициди можуть здійснювати опосередковано, внаслідок накопичення залишкових кількостей у рослинній продукції та питній воді. Інтенсивність шкідливого впливу на довкілля залежить від технології застосування пестицидів по рослинах та способів обробітку ґрунту, оскільки саме у ґрунті відбувається біохімічне розкладання препаратів, поглинання та трансформація їх ґрунтовими організмами, а також випаровування в атмосферу, винесення поверхневим та внутрішнім ґрунтовим стоком. Сукупність цих процесів визначає стабільність агрохімікатів у ґрунті, а отже становить небезпеку для природних екосистем.

Відповідно до Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку» в СТОВ "Агрофірма Оржицька" впроваджено комплексну систему природоохоронних заходів з метою поліпшення стану навколишнього природного середовища. Але щорічно, вони переглядаються, вносяться корективи з урахуванням розширення або зміни технології виробництва. Для зменшення впливу на довкілля різних форм мінеральних добрив та

пестицидів, що використовуються при вирощуванні зернових, в СТОВ "Агрофірма Оржицька" ведеться постійний контроль за дотриманням заходів екологічної безпеки:

- Для зменшення втрат азоту з добрив і потрапляння його в навколишнє середовище, рекомендовано впровадження інгібіторів нітрифікації, а також використання капсульованих добрив з оболонками із сірки або полістиролу, які не містять баластових речовин (хлоридів, сульфатів і т.ін.), регулюють інтенсивність вивільнення елементів мінерального живлення рослин та виключають накопичення нітратів у ґрунті.
- З метою зменшення фіксації ґрунтами калію добрив рекомендується вносити калійні добрива на достатню глибину, щоб виключити пересихання і частіше включати їх у сівозміні.
- Виконувати обґрунтований підбір форм добрив під кожен рослинну культуру та тип ґрунту, а також дотримуватись термінів внесення добрив.
- Вибір пестицидів здійснювати не на фінансовій основі, а виходячи з мінімального шкідливого впливу на довкілля, тобто, до складу яких входять хімічні речовини, що добре і швидко піддаються деградації.
- Впровадити низку заходів щодо підвищення ефективної діяльності очисних споруд і установок.
- Розглянути можливість включення до технології вирощування пшениці озимої сумішей мінеральних добрив і препаратів гумінової природи.

Таким чином, з метою обмеження забруднення навколишнього середовища залишками поживних речовин з мінеральних добрив та пестицидів доцільно створити та використовувати карти ґрунтів в межах господарства з метою управління та моніторингу застосування добрив та для виявлення зон, особливо вразливих з погляду наслідків неправильного використання добрив та впливу на довкілля. При правильній організації та контролі застосування мінеральні добрива є безпечними для довкілля, здоров'я людини та тварин.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Актуальність проблеми охорони праці на сільгосппідприємстві

Вирощування зернових культур є рентабельним напрямком діяльності аграрного комплексу за умови дотримання безпечних прийомів роботи. Динамічний, комплексний розвиток даного напрямку сільського господарства з використанням потенціалу чорноземів України, сприятливої кон'юнктури внутрішнього ринку дасть можливість виробнику зернової продукції підвищити продуктивність галузі в цілому.

Працівники зернової галузі сільського господарства в значній мірі схильні до різних ризиків, тому умови праці в даному секторі часто несприятливі для нормального функціонування організму людини. До першочергових негативних чинників слід віднести: сильна запиленість при виконанні механізованих робіт в полі, ненормований робочий день, широко поширені на сьогоднішній день різні алергічні реакції, а також отруєння в результаті контакту з отрутохімікатами.

Більшість основних робіт при вирощуванні зернових проводиться на відкритому повітрі, тому на робітників постійно впливають різні температурні фактори, інтенсивність яких, визначається погодними умовами.

Сезонність і терміновість робіт в зерновому комплексі обумовлює нерівномірність навантаження на робітників, створюючи суттєве напруження в окремі періоди, що призводить до перенавантаження і, як наслідок, до травматизму, що в аграрній галузі зустрічається достатньо часто.

Умови праці значною мірою залежать від організації, технології вирощування рослин та рівня механізації робіт, що потребує врахування антропометричних і психофізіологічних можливостей людини. Оцінка умов праці механізаторів показала, що температура повітря в кабінах сільськогосподарських машин перевищує оптимальні рівні, тому що, як правило, роботи проводяться з відкритими вікнами, що збільшує запиленість

повітря в робочій зоні тракториста. Шум та вібрація на робочому місці механізатора залежить від характеру польових робіт, вологості та щільності ґрунту, а також від терміну експлуатації самих машин.

Тому, важливе значення в сільськогосподарському виробництві має створення оптимальних умов праці та контроль за їх дотриманням. Це дозволяє максимально довго зберігати високу працездатність робітників, засновану на турботі про їх психофізіологічне здоров'я. Також це сприяє помітному зростанню продуктивності праці, що позначається на економічній ефективності всього сільськогосподарського виробництва.

6.2 Організація безпечного виконання робіт і технологічних процесів

Нормативними документами з охорони праці в СТОВ "Агрофірма Оржицька" є:

- Закон України Про охорону праці від 14.10.1992 № 2694-ХІІ. Закон чинний. Актуальність перевірено 19.07.2021
- Положення про службу охорони праці на підприємстві від 15.11.2004 № 255.
- Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240
- НПАОП 0.00-2.01-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою» від 26 січня 2005 р. № 15
- Наказ Державної служби України з питань праці від 25 червня 2021 року № 90 "Про стан виробничого травматизму, професійних захворювань та заходів, що вживаються територіальними органами Держпраці щодо зниження їх рівня"
- Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України, затверджені наказом Міністерства аграрної політики та МНС України від 4 грудня 2006 р. № 730/770.

До діючих на території України спеціальних нормативних актів з охорони праці в рослинництві, незважаючи на те, що вони були розроблені досить давно, також належать:

1. Правила з охорони праці в сільськогосподарському виробництві НПАОП 01.1-1.01-00 (ДНАОП 2.0.00-1.01-00);
2. Примірні інструкції з охорони праці під час виконання ручних робіт у рослинництві ПІ 2.0.00-081-99;
3. Примірні інструкції з охорони праці під час виконання робіт з пестицидами і агрохімікатами ПІ 2.0.00-082-99;

Але, основним документом, що визначає взаємовідносини роботодавця і працівника сільського господарства є колективний договір, який приймається щорічно в СТОВ "Агрофірма Оржицька" і який, серед інших питань, включає також низку заходів щодо створення та поліпшення умов праці, техніки безпеки та виробничої санітарії. Відповідальним за стан охорони праці є Генеральний директор, а очолює службу з охорони праці – інженер з охорони праці.

Умови праці – це зовнішнє середовище, виробнича обстановка і експлуатаційні характеристики застосовуваної техніки, які впливають на робітника та продуктивність і якість його праці. Саме створення оптимальних умов праці та контроль за їх дотриманням в сільськогосподарському виробництві мають важливе значення, тому що це дозволяє максимально довго зберігати високу працездатність робітників.

Умови праці робітників аграрної галузі поділяють на психофізіологічні, санітарно-гігієнічні та естетичні.

Психофізіологічні умови праці залежать від тяжкості праці. При вирощуванні зернових культур деякі роботи виконуються вручну, що накладає відбиток на характер праці. Не завжди виконуються обмеження в сферах застосування праці, інколи, попри заборону, до певних тяжких робіт залучаються жінки. Найчастіше багато видів робіт виконуються в швидкому темпі, що обумовлено сезонністю виробництва і впливом біологічних

факторів. Всі перелічені чинники призводять до залежності психофізіологічних умов праці від нервово-психічної напруги, яке в свою чергу обумовлено складністю роботи, відповідальністю за її результати, від застосовуваних машин і механізмів, інформованості і ступеня контролю і організації виробничого процесу [50].

Зовнішні фактори умов праці, такі як техногенні, природно-кліматичні та інші, визначають санітарно-гігієнічні умови. До них відносять: освітленість робочого місця, відносну вологість повітря, температуру повітря, рух повітря, загазованість, запиленість, шум, вібрацію, радіоактивні випромінювання тощо.

До естетичних умов праці відносять перш за все культурно-побутове обслуговування. На сільськогосподарських підприємствах з вирощування зернової продукції доцільно організовувати харчування працівників, медичне обслуговування, умови для особистої гігієни та відпочинку.

Забезпечення належних і безпечних умов праці робітників зернової галузі, як і інших галузей аграрного виробництва, регламентується низкою законів і правил, виконання яких роботодавець повинен безпосередньо організовувати і контролювати на своєму підприємстві.

При виробництві продукції рослинництва всі технологічні процеси повинні відповідати правилам і нормам охорони праці, при цьому вини повинні бути організовані таким чином, щоб в комплексі випереджали всі небезпечні ситуації:

- Технологія виробництва зернових культур повинна передбачати застосування тільки тих агрохімікатів, в яких небезпечних або шкідливих виробничих факторів або зовсім немає, або вони знаходяться в межах допустимих норм. Це правило поширюється і на насіння зернових культур.
- Допускається застосування тільки такої техніки, яка адаптована до наявних умов, а також таких засобів захисту, які б не тільки знижували тяжкість можливого нещасного випадку, але і запобігали б його.

- Роботодавець повинен організувати протипожежні заходи, одним з яких є розорювання смуг по периметру лісонасаджень, полів. Робітник, в свою чергу, повинен знати і виконувати основні правила пожежної безпеки на робочому місці і в полі, а також знати розташування засобів пожежогасіння та вміти ними користуватися.
- Під час виконання польових робіт, а саме: боронування, сівби і прикочування посівів, міжрядної обробки рослин, оранки та іншої обробки ґрунту – повинні бути вжиті заходи, які б виключали можливість виникнення запиленості в кабіні трактору чи комбайну або зводили б її до мінімуму.
- Обов'язковою технологічною операцією при вирощуванні зернових є застосування різних хімічних речовин: пестицидів, гербіцидів, мінеральних та органічних речовин, протруйників і ін., які є небезпечними для людини, тому важливо дотримуватися заходів безпеки, які викладені в інструкціях про роботу з хімічними речовинами.
- До самостійного виконання робіт з висіву протруєного насіння і мінеральних добрив допускаються особи, які пройшли стажування не менше 3 змін під керівництвом бригадира, отримали допуск до самостійної роботи, який надається керівником робіт з поміткою в журналі реєстрації інструктажу на робочому місці.
- Транспортування працівників до місця роботи і назад повинно здійснюватися на транспортних засобах, на яких дозволено перевезення людей.

В цілому можна зробити висновок, що роботодавець зобов'язаний забезпечити своїх працівників усіма необхідними умовами безпечної праці, а працівник зобов'язаний їх дотримуватися, а саме: дотримуватися правил з техніки безпеки, виконувати вимоги керівництва підприємства, які не суперечать трудовому законодавству.

6.3 Заходи щодо виробничої санітарії

Виробнича санітарія і гігієна праці в аграрному виробництві спрямовані на усунення чинників, що несприятливо впливають на здоров'я працівників. Безпека виробничої діяльності – це комплексна система заходів захисту людини та виробничого середовища від небезпек, що формуються конкретним виробничим процесом (технологією вирощування рослинної культури), до якої належать і санітарно-гігієнічні лікувально-профілактичні заходи захисту.

Рослинництво, як і інші галузі сільського господарства, має цілий ряд специфічних шкідливих і небезпечних виробничих факторів, серед яких різноманітні роботи, пов'язані із застосуванням пестицидів і мінеральних добрив; боротьба з бур'янами, шкідниками і хворобами рослин, протруювання насіння, обприскування, внесення мінеральних добрив. Більшість пестицидів і мінеральних добрив є токсичними для організму людини, тому, потрапляючи в організм, можуть стати причиною гострих або хронічних інтоксикацій. Високий рівень небезпеки мають і механізовані роботи в рослинництві, оскільки працівники піддаються тривалому впливу підвищеного рівня шуму, вібрації, підвищеної температури в кабіні тракторів і комбайнів, нервовим перенапруженням, що призводить до найвищих показників виробничого травматизму серед трактористів-машиністів сільськогосподарського виробництва.

Трудова діяльність працівників даної галузі характеризується тим, що більшість основних видів робіт проводиться на відкритому повітрі протягом більшої частини року. При цьому на працівників постійно впливає комплекс метеорологічних чинників, інтенсивність яких визначається кліматичною зоною, порогом року і погодними умовами. У зв'язку з цим, основним завданням заходів та засобів з охорони праці є створення для працівників здорових, безпечних умов праці, попередження та профілактика виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і аварій, пов'язаних з

виробничими процесами в галузі рослинництва, зокрема, при вирощуванні зернових.

Відповідно до Правил з охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджених наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240, кожен працівник повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту, залежно від характеру виконуваної роботи. Під час виконання польових робіт кожен робітник забезпечений спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до встановлених норм. Перед тим як отримати засоби індивідуального захисту, працівники проходять інструктаж щодо їх застосування, який включає питання щодо правил користування засобами захисту та методів перевірки їх справності. Також медичними аптечками повинні бути укомплектовані трактори, самохідні машини і автомобілі.

Під час роботи з пестицидами, мінеральними добривами та протруєним насінням працівники використовують відповідний спецодяг, спецвзуття та засоби індивідуального захисту органів дихання та зору

Відповідно до трудового законодавства і правил внутрішнього трудового розпорядку при проведенні робіт з виробництва продукції рослинництва на підприємстві СТОВ "Агрофірма Оржицька" встановлений режим праці і відпочинку. При цьому чергування часу праці та відпочинку є раціональним протягом всієї зміни і визначається умовами виробництва, характером роботи, її вагою і напруженістю. Для здійснення відпочинку працівників створені спеціальні приміщення.

Таким чином, уникнути небажаного впливу небезпечних чинників під час виконання своїх обов'язків робітниками сільгосппідприємства загалом практично не можливо, але звести до мінімуму дію цих чинників, які створюють умови для виникнення і поширення професійних захворювань і, як наслідок, спричиняють негативні зміни у функціонуванні організму людини, цілком реально шляхом впровадження заходів щодо виробничої санітарії.

6.4 Заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму та професійних захворювань працівників сільгосппідприємства СТОВ "Агрофірма Оржицька"

Останнім часом серед причин більшості нещасних випадків на виробництві виділяють людський чинник, під яким розуміють сукупність психофізіологічних особливостей людини, які специфічно проявляються за певних умов. Свідоме ставлення до безпечних прийомів праці кожним працівником дозволить запобігти нещасних випадків і зберегти здоров'я, а тому необхідно дотримуватись наступних вимог:

1. Обробку посівів пестицидами і агрохімікатами можуть виконувати лише особи, які пройшли медичний огляд, виробниче навчання, тобто освоїли прийоми безпечного виконання робіт.
2. Сівалки повинні мати захисні огорожі відкритих передач, надійне з'єднання насінепроводів з коробками висівних апаратів. Під час руху агрегату не допускається одночасне обслуговування одним працівником двох або більше сівалок. Завантаження сівалок насінням і добривами повинно бути механізовано. Ручне завантаження дозволяється тільки за умови зупинки посівного агрегату і вимикання двигуна трактора.
3. Відпочинок працівників в полі дозволений тільки в спеціально відведених місцях. Заборонено відпочивати: під машинами, в кабіні машини під час роботи двигуна, в копицях тощо. На час грози всі види польових робіт припиняють, а робітники перебувають в обладнаному місці для відпочинку.
4. Працівник повинен дотримуватися правил особистої гігієни. Приймати їжу, відпочивати дозволяється тільки в спеціально відведених для цього приміщеннях або місцях. Пити воду дозволяється тільки зі спеціально призначених для цього ємностей. Під час використання мінеральних добрив попередньо необхідно зняти засоби

індивідуального захисту, ретельно вимити руки, порожнину рота і носа.

5. Працівник повинен вміти надавати першу допомогу потерпілому при нещасному випадку за допомогою аптечки першої медичної допомоги і, за необхідності, забезпечити супровід потерпілого до лікувального закладу. Про кожний нещасний випадок, а також при виникненні ситуацій, які створюють загрозу здоров'ю і життю працівника або оточуючих людей, працівник зобов'язаний повідомити керівника.

З боку керівництва господарства в особі Інженера з охорони праці передбачено такі заходи:

1. Проведення всіх видів інструктажів, передбачених Законодавством України (Вступного, Первинного, Періодичного, Позапланового, Цільового).
2. Проведення перевірки знань працівників з експлуатації електрообладнання згідно розробленої Інструкції, а за необхідності навчання. Перевірка справності електрообладнання та заземлення всього електрообладнання наявного в експлуатації в господарстві з відміткою у відповідному Журналі.
3. Перевірка терміну придатності спецодягу та засобів індивідуального захисту у працівників, що працюють зі шкідливими речовинами, проведення заміни у разі необхідності.
4. Перевірка знань працівників господарства Інструкції з пожежогасіння та навичок щодо виконання необхідних дій на кожній ділянці господарства, перевірка справності та термінів придатності всіх засобів пожежогасіння.
5. Забезпечення засобами особистої гігієни пересувних побутових кімнат для працівників, зайнятих на польових роботах та обладнання місць прийому їжі та відпочинку.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Таким чином, на підґрунті результатів досліджень, виконаних у 2021-2023 роках щодо впливу доз азотних добрив на динаміку вмісту основних елементів живлення в ґрунті та врожайність зерна пшениці м'якої озимої можна зробити такі висновки:

1. Суттєвий вплив на накопичення елементів живлення у ґрунті оказали додаткові дози азотних добрив, що вносили на різних фазах розвитку пшениці м'якої озимої. Максимальний ефект на накопичення азоту, фосфору і калію у ґрунті в наслідок внесення додаткових доз добрив (+ N₃₀) до базової (N₃₀P₄₀K₆₀) спостерігали на ділянці, де ґрунт удобрювали на всіх основних етапах розвитку рослин пшениці – у фазу кущення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння», тобто, N₃₀P₄₀K₆₀ + N₃₀ + N₃₀ + N₃₀. Вміст азоту за такого варіанту внесення добрив виріс на 41,2%, у тому числі лужногідролізованого – на 26,4%.
2. В процесі вегетації рослин пшениці на всіх варіантах використання додаткових доз азотних добрив спостерігається інтенсивне збільшення показників основних елементів структури врожайності з досягненням максимальних значень на ділянках, де застосовували N₃₀P₄₀K₆₀ + N₃₀ + N₃₀ + N₃₀. Продуктивне кущення рослин збільшилось в середньому на 24,7%, маса зерна з колоса на 20,6%, маса 1000 зернин на 15,6% у порівнянні з даними показниками ділянок, де вносили лише базову дозу добрив (N₃₀P₄₀K₆₀).
3. Всі запропоновані варіанти удобрення на основі додаткового азотного підживлення сприяють збільшенню врожайності пшениці озимої у порівнянні з обсягом врожаю, отриманого з ділянок за використання базової дози мінеральних добрив. Найбільшу економічну ефективність забезпечує впровадження в технологію вирощування пшениці озимої для удобрення ґрунту базове внесення добрив N₃₀P₄₀K₆₀ перед посівом та додаткове підживлення в дозі N₃₀ у фазу кущення, у фазу «вихід у трубку»

та у фазу «початок колосіння», яке забезпечує збільшення врожайності на 28,1%.

4. Застосування удобрення пшениці м'якої озимої за схемою $N_{30}P_{40}K_{60} + N_{30} + N_{30} + N_{30}$ забезпечує прибуток на рівні 20141 грн/га та рівень рентабельності виробництва 143% у порівнянні з використанням базової дози $N_{30}P_{40}K_{60}$.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Полтавщини для формування сталої врожайності зерна пшениці м'якої озимої на рівні 6,8 т/га та отримання рентабельності на рівні 143% рекомендовано трикратне додаткове внесення азотних добрив у дозі $+ N_{30}$ у фазу кущення, у фазу «вихід у трубку» та у фазу «початок колосіння» до основної дози $N_{30}P_{40}K_{60}$, що вносять у ґрунт перед висівом насіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Deininger K., Byerlee D., Lindsay J., *et al.* Rising global interest in farmland: can it yield sustainable and equitable benefits? Washington, DC: The World Bank. 2011.
2. Lassaletta L., Billen G., Grizzetti B., Anglade J., Garnier J. 50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: The relationship between yield and nitrogen input to cropland. *Environ. Res. Lett.* 2014. Vol. 9. P. 105011.
3. Misselbrook T.H., Cardenas L.M., Camp V., *et al.* An assessment of nitrification inhibitors to reduce nitrous oxide emissions from UK agriculture. *Environ. Res. Lett.* 2014. Vol. 9. P. 115006.
4. Adhikari M., Adhikari N., Sharma S., *et al.* Evaluation of Drought Tolerant Rice Cultivars Using Drought Tolerant Indices under Water Stress and Irrigated Condition. *American Journal of Climate Change.* 2019. Vol. 8. P. 228-236.
5. Sheoran S., Raj D., Antil R.S., *et al.* Productivity, seed quality and nutrient use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.) under organic, inorganic and integrated nutrient management practices after twenty years of fertilization. *Cereal Research Communications.* 2017. Vol. 45(2). P. 315-325.
6. Gostev A., Dubovik D., Masyutenko N., *et al.* In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science.* 2019. Vol. 390. P. 012040.
7. Zhang H.Q., Yu X.Y., Zhai B.N., *et al.* Effect of manure under different nitrogen application rates on winter wheat production and soil fertility in dryland. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science.* Vol. 39 (1).
8. Ahmed M.A., Amal G.A., Magda H.M., Tawfik M.M. Integrated effect of organic and biofertilizers on wheat productivity in new reclaimed sandy soil. *Res. J. Agric. and Biol Sci.* 2011. Vol. 7(1). P. 105–114.

9. Metwally A., El-Shazoly R., Hamada A. Physiological responses to excess boron in wheat cultivars. *European Journal of Biological Research*. 2016. Vol. 7(1). P. 1–8.
10. Khan Q.U., Khan M.J., Rehman S., Ullah S. Comparison of different models for phosphate adsorption in salt inherent soil series of Dera Ismail Khan. *Soil and Environment*. 2010. Vol. 29(1). P. 11–14.
11. Litke L., Gaile Z., Ruza A. Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. *Agronomy Research*. 2018. Vol. 16(2). P. 500-509.
12. Tsvey Y., Ivanina R., Ivanina V., Senchuk S. Yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum L.*) grain in relation to nitrogen fertilization. *Rev Fac Nac Agron Medellín*. 2021. Vol. 74(1). P. 9413-9422.
13. Zhang Z., Yu Z., Zhang Y., Shi Y. Optimized nitrogen fertilizer application strategies under supplementary irrigation improved winter wheat (*Triticum aestivum L.*) yield and grain protein yield. *PeerJ*. 2021. Vol. 9. P. e11467.
14. Mohammed Y.A., Kelly J., Chim B.K., *et al.* Nitrogen fertilizer management for improved grain quality and yield in winter wheat in Oklahoma. *Journal of Plant Nutrition*. 2013. Vol. 36(5). P. 749-761.
15. Лісовий М.В., Ніконенко В.М., Карацюба О.В., Сліденко О.І., Шимель В.В. Вплив мінеральних добрив на якість зерна пшениці озимої на чорноземі типовому Лісостепу Лівобережного високого. *Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 91. Харків: ННЦ “ІА ім. О.Н. Соколовського”*. 2021. С. 59-63.
16. Ivanina R. Influence of doses and methods of entering of nitrogen fertilizers on yield and quality of winter wheat grain. *Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS*. 2020. Vol. 3(2). P. 1-7.
17. Anwar S. Nitrogen and phosphorus fertilization of improved varieties for enhancing yield and yield components of wheat. *Pure and Applied Biology*. 2016. Vol. 5(4). P. 727–737.

18. Ibtida R. Effect of different phosphatic fertilizers on growth attributes of wheat (*Triticum aestivum* L.) Muhammad. *Journal of American Science*. 2010. Vol. 9(1). P. 76–99.
19. Jamal A., Dost M., Mujeeb ur R. *et al.* Application of adsorption isotherms in evaluating the influence of humic acid and farmyard manure on phosphorous adsorption and desorption capacity of calcareous soil. *World Scientific News*. 2018. Vol. 107. P. 136-149.
20. Khan P., Imtiaz M., Aslam M., *et al.* Effect of different nitrogen and phosphorus ratios on the performance of wheat cultivar ‘Khirman’. *Sarhad J. Agric.* 2008. Vol. 24. P. 233-240.
21. Khan M.B., Lone M.I., Ullah R., *et al.* Effect of different phosphatic fertilizers on growth attributes of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of American Science*. 2010. Vol. 6(12). P. 1256-1262.
22. Hussain N., Hyder N., Ahmad N. Influence of phosphorus application on growth and yield components of wheat cultivar Punjab-96. *Indus J. Plant Sci.* 2004. Vol. 3(3). P. 276-279.
23. Jamal Z., Hamayun M., Ahmad N., *et al.* Effect of soil and foliar application of different concentrations of NPK and foliar application of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on different yield parameters in wheat. *J. Agron.* 2006. Vol. 5(2). P. 251-256.
24. Jamal A., Fawad M. Effectiveness of Phosphorous Fertilizers in Wheat Crop Production in Pakistan. *Journal of Horticulture and Plant Research*. 2018. Vol. 5. P. 25-29.
25. Wani J., Malik M., Dar M., *et al.* Impact of method of application and concentration of potassium on yield of wheat. *J. Environ. Biol./Acad. Environ. Biol. India*. 2014. Vol. 35. P. 623-626.
26. Lv X., Li T., Wen X., *et al.* Effect of potassium foliage application post-anthesis on grain filling of wheat under drought stress. *Field Crop. Res.* 2017. Vol. 206. P. 95-105.

27. Sharma S., Kaur G., Singh P., et al. Nitrogen and potassium application effects on productivity, profitability and nutrient use efficiency of irrigated wheat (*Triticum aestivum* L.). *PLoS ONE*. 2022. Vol. 17(5). P. e0264210.
28. Gu X., Liu Y., Li N., et al. Effects of the Foliar Application of Potassium Fertilizer on the Grain Protein and Dough Quality of Wheat. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. P. 1749.
29. Brhane H., Mamo T., Teka K. Potassium Fertilization and its Level on Wheat (*Triticum aestivum*) Yield in Shallow Depth Soils of Northern Ethiopia. *Journal of Fertilizers and Pesticides*. 2017. Vol. 08 (02). P. 8–10.
30. Wang Y., Zhang Z., Liang Y., et al. High Potassium Application Rate Increased Grain Yield of Shading-Stressed Winter Wheat by Improving Photosynthesis and Photosynthate Translocation. *Front. Plant Sci*. 2020. Vol. 11. P.134.
31. El-Mageed T.A.A., Semida W.M., Abdou N.M. et al. Coupling Effects of Potassium Fertilization Rate and Application Time on Growth and Grain Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Plants Grown Under Cd-Contaminated Saline Soil. *J Soil Sci Plant Nutr*. 2023. Vol. 23. P. 1070–1084 (2023).
32. Izhar A., Khan A.A., Fazal M., et al. Optimizing rates and application time of potassium fertilizer for improving growth, grain nutrients content and yield of wheat crop. *Open Agriculture*. 2019. Vol. 4. P. 500-508.
33. Yashchuk N., Matseiko L., Bober A., et al. The technological properties of winter wheat grain during long-term storage. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* vol. 2021. Vol. 15. P. 926-938.
34. Školníková M., Škarpa P., Ryant P., Kozáková Z., Antošovský J. Response of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Fertilizers with Nitrogen-Transformation Inhibitors and Timing of Their Application under Field Conditions. *Agronomy*. 2022. Vol. 12(1). P. 223.

35. Gao S., Zhang S., Yuan L., *et al.* Humic Acids Incorporated into Urea at Different Proportions Increased Winter Wheat Yield and Optimized Fertilizer-Nitrogen Fate. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. P. 1526.
36. Kovalyshyna H., Dmytrenko Y., Tonkha O., *et al.* Diversity of winter common wheat varieties for resistance to leaf rust created in the V.M. Remeslo myronivka institute of wheat. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2020. Vol. 14. P. 1001-1007.
37. Ivanchenko T. V., Belikina A. V., Igolnikova I. S. Technological aspects of growing winter wheat in arid conditions. IOP Conf. Series: *Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 548. P. 082086
38. Zhichkina L., Zhichkin K., Vlasov A. V., *et al.* The effectiveness of nitrogen fertilizing in the cultivation of winter wheat. IOP Conf. Series: *Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 979. P. 012015
39. Таранухо Г.И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур. Минск: ИВЦ Минфина, 2009. 420 с.
40. Дробыш А.В., Таранухо Г.И. Элементы структуры урожайности перспективных сортообразцов озимой мягкой пшеницы. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017. № 4. С.57-60.
41. Marenych M.M., Kaminsky V. F., Bulygin S. Yu., Hanhur V. V., Korotkova I.V. *et al.* Optimization of factors of managing productive processes of winter wheat in the Forest-Steppe. *Agricultural Science and Practice*. 2020. Vol. 7. No 2. P. 44-54.
42. Gamayunova V.V., Panfilova A.V., Averchev O.V. Winter wheat productivity depending on the cultivation technology elements in the Southern Steppe of Ukraine. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sci* 2018. Vol. 103. P.16-22.
43. Витрати палива і норми продуктивності для сільськогосподарської техніки, яка використовується для проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин у філіях Українського інституту експертизи

- сортів рослин. Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України; Український інститут експертизи сортів рослин. Вінниця: ТОВ «Твори», 2020. 68 с.
44. Чайка Т.О. Розвиток виробництва органічної продукції в аграрному секторі економіки України: моногр. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2013. 320 с.
45. Chaika T., Korotkova I., Barabolia O. *et al.* Technological peculiarities of the mustang and *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl wheat cultivation according to organic farming standards. *International Journal of Botany Studies*. 2021. Vol. 6. No 6. P. 205-210
46. Hatfield J.L. & Walthall C.L. Soil Biological Fertility: Foundation for the Next Revolution in Agriculture? *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2015. V. 46. No 6. P.753-762.
47. Lehman R.M., Cambardella C.A., Stott D.E. *et al.* Understanding and Enhancing Soil Biological Health: The Solution for Reversing Soil Degradation. *Sustainability*. 2015. Vol. 7. P.988-1027.
48. Grote U., Fasse A., Nguyen T.T., Erenstein O. Food Security and the Dynamics of Wheat and Maize Value Chains in Africa and Asia. *Front Sustain Food Syst*. 2021. Vol. 4. P. 617009.
49. Lindell C., Eaton R.A., Howard P.H. *et al.* Enhancing agricultural landscapes to increase crop pest reduction by vertebrates. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. Vol.257.
50. Лазорко О.В. Психологія професійної безпеки особистості: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2016. 440 с.

ДОДАТКИ

Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування», присвячена 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (30 вересня 2023 р.)

7. Effects of tillage systems and rotations on crop production for a thin black Chernozem in the Canadian Prairies / G. P. Lafond et al. *Soil and Tillage Research*. 2006. Vol. 89. P. 232–245.

8. Reeves D. W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil and Tillage Research*. 1997. Vol. 43. P. 131–167.

9. Чайка Т. О. Екологічні наслідки традиційного сільського господарства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 3. С. 95–99. doi: 10.31210/visnyk2013.03.18.

10. Трихограма – біологічний спосіб захисту рослин. URL: <https://bio-agro-zahist.com.ua/uk/produksiia/trikhograma/трихограма-біологічний-спосіб-захисту-рослин-detail>.

Ляшенко Віктор Васильович

канд. с.-г. наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-0177-6209

Туманцов Володимир Васильович

ЗВО СВО Магістр за ОПП

Еколого-економічне рослинництво

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

ВПЛИВ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

В основі технології вирощування будь-якої культури лежить комплекс агротехнічних прийомів, які виконуються в певній послідовності і спрямовані, в першу чергу, на виконання потреб рослинної культури з урахуванням її біологічних та морфологічних особливостей, і пшениця озима не є виключенням. У той час як попит на зернові продукти продовжує збільшуватися, їх вирощування знаходиться під загрозою різними абіотичними та біотичними стресами. Низька якість насіння, засолення ґрунту, незбалансоване використання добрив, високі ціни на вхідні ресурси є основними причинами зниження виробництва пшениці.

Врожайність пшениці залежить від багатьох чинників і, в першу чергу, визначається генетичним потенціалом рослини, ефективністю застосовуваних технологій та агроекологічними умовами. Вагомий вплив має мінеральне живлення, особливо азотне, яке у взаємодії з іншими елементами, такими як

фосфор і калій, істотно впливає на врожайність і якість зерна пшениці. Стабільному розвитку та росту пшениці і збільшенню врожайності сприяє наявність у складі добрив достатньої кількості мікроелементів, завдяки їх ролі в багатьох важливих біологічних процесах.

Мінеральне живлення сільськогосподарських культур, а також рішення щодо внесення азотних, фосфорних і калійних добрив у системах землеробства протягом тривалого часу ґрунтувалися на реакції врожайності культур на окремі елементи для визначення оптимальної норми внесення добрив для отримання максимального врожаю. Через велику невизначеність критеріїв оцінки або прогнозування норми внесення добрив, існує практика застосування надмірних доз добрив, щоб уникнути будь-якого ризику зниження врожайності [1]. Таке надмірне внесення добрив спричинило небажаний вплив на навколишнє середовище, тому, необхідні нові підходи і методи сталого та ефективного управління агроєкосистемою. На теперішній час, для зменшення доз внесення добрив, широкого застосування набули суміші мінеральних добрив з різноманітними регуляторами та стимуляторами росту нового покоління з використанням нанотехнологій [2, 3]. Крім того, багаторічними дослідженнями встановлюють оптимальні дози добрив для кожної рослинної культури. Так, в результаті 14-річних досліджень, представлених в роботі [4], встановлено, що внесення добрив у дозі $N_{180}P_{60}K_{60}$ сприяє підвищенню урожайності зерна на 2,24 т/га, або на 40,3 % порівняно з контролем.

Серед добрив найважливішим елементом живлення для пшениці є азот і тому управління надходженнями азоту в системі виробництва пшениці є важливим питанням для досягнення максимально прибуткового виробництва та мінімального негативного впливу на навколишнє середовище. Азот часто є найбільш дефіцитним з усіх поживних речовин для рослин, але саме він впливає на швидкий ріст рослин. Присутність азоту у складі поживних речовин сприяє пришвидшенню їх поглинання коренем, ефективному транспорту поживних речовин, мінеральному гомеостазу, обміну та секвестрації. Цей механізм постачає слідові кількості поживних речовин до всіх типів клітин на всіх стадіях розвитку, але є важливим для покращення якості зерна [5].

Найважливішою роллю азоту в рослині є його присутність у структура білка, будівельних речовин з яких складається вся жива матерія або протоплазма кожної клітини. Крім того, азот входить у структуру хлорофілу, за допомогою якого в рослині відбувається передачі енергії сонячного світла шляхом фотосинтезу. Тому, постачання рослині азоту впливатиме на кількість утвореного протеїну, протоплазми та хлорофілу. У свою чергу це впливає на розмір клітин і площу листя, а також фотосинтетичну активність.

Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування», присвячена 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (30 вересня 2023 р.)

Використанням добрив в критичні періоди органогенезу, можна спрямовано оптимізувати закладання листової поверхні, динаміку формування біомаси, а, отже, керувати продуктивністю зернових культур. Зазначається, що при застосуванні азотних добрив, кількість продуктивних сходів пшениці збільшується в 1,5–2,0 рази, їх втрати зменшуються на 25,0–53,1 %, частка пагонів, що завершують повний цикл розвитку збільшується до 76,3–94,4 % порівняно з контролем [6].

В представленій роботі досліджено реакцію пшениці озимої на технології вирощування різного рівня інтенсивності, яка включала внесення добрив в різних комбінаціях на різних фазах вегетації. Результати показали, що найвищого рівня врожайності можна досягнути за додаткового внесення азотних добрив в дозі N₃₀ в основні періоди органогенезу (фазу кушення, вихід у трубку, формування колосу).

Список використаних джерел

1. Effect of manganese and nitrogen fertilization on the content of some essential micronutrients and composition of fatty acids in winter wheat grain / A. Stepien et al. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2019. Vol. 79, Issue 4. P. 616–627. doi: 10.4067/S0718-58392019000400616
2. Адамчук С. В., Короткова І. В., Ляшенко В. В. Вплив сумішей мінеральних добрив і гумінових речовин на вміст основних елементів живлення в ґрунті при вирощуванні пшениці озимої. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування* : Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 30 верес. 2022 р.). Полтава : ПДАУ, 2022. С. 287–290.
3. Біднина В. Ю., Короткова І. В. Використання азотних добрив та інгібіторів нітрифікації при вирощуванні пшениці озимої. *Хімія, біотехнологія, екологія та освіта* : VII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 17–18 трав. 2023 р.). Полтава, 2023. С. 425–429.
4. Efficiency of winter wheat fertilisation systems in the Steppe one of Southern Ukraine / S. Burykina et al. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2021. Vol. 11(4). P. 819–830. doi: 10.31407/ijees11.4.
5. Azam B., Mir A. M. S., Ali E. Effects of salt and nitrogen on physiological indices and carbon isotope discrimination of wheat cultivars in the northeast of Iran. *Journal of Integrative Agriculture*. 2020. Vol. 19 (3). P. 656–667. doi: 10.1016/S2095-3119(19)62629-8.
6. Improvement of weeds management system and fertilisers application in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivation technologies / N. Y. Rebouh et al. *Agriculture*. 2021. Vol. 67 (2). P. 76–86. doi: 10.2478/agri-2021-0007.

рухомого фосфору та обмінного калію, до нестачі яких пшениця озима особливо чутлива на початкових етапах розвитку під час формування кореневої системи, оскільки саме на цьому етапі рослини найменш захищені і потребують додаткового живлення, а забезпечення цим елементом на пізніших етапах не може його компенсувати.

Удобрення перед висівом насіння сумішами, що досліджуються, призвело до зростання вмісту поживних елементів у ґрунті в порівнянні з ділянками, де вносили чисті азотні добрива. Максимальний ефект на накопичення азоту, фосфору і калію у ґрунті спостерігали при внесенні суміші КАС+Гумісол-прима (1:1). Вміст азоту збільшився на 17 %, фосфору на 24,1 %, калію на 23 %, а це, в свою чергу, вплине на якість кінцевого продукту – пшениці озимої, оскільки поживні речовини, що надходять в рослини з добрив, входять до складу найважливіших органічних сполук і підвищують їх вміст в основної та побічної продукції. Незважаючи на те, що поживні речовини засвоюються рослинами не в повному обсязі, можна зробити висновок, що саме використання суміші КАС+Гумісол-прима для удобрення ґрунту виявилось найбільш ефективним і сприяло максимальному приросту врожаю пшениці озимої – 21 % серед всіх варіантів досліджу.

Список використаних джерел

1. Короткова І. В., Чайка Т. О. Роль гумінових препаратів та їх сумішей з мінеральними добривами в технологіях вирощування пшениці озимої. *Екологоорієнтовані підходи відновлення техногенно забруднених територій і створення сталих екосистем* : колективна монографія ; за заг. ред. Т. О. Чайки. Полтава : ПП «Астроя», 2022. С. 279–322.
2. Короткова І. В., Чайка Т. О., Ромашко Т. П., Рибальченко А. М. Вміст фотосинтетичних пігментів у рослинах пшениці полби як критерій продуктивності за традиційної та органічної технології вирощування. *Innovative biosystems and bioengineering*. 2022. № 6 (1). С. 31–39. doi: 10.20535/ibb.2022.6.1.255277
3. Nardi S., Schiavon M., Francioso O. Chemical Structure and Biological Activity of Humic Substances Define Their Role as Plant Growth Promoters. *Molecules*. 2021. Vol. 26:2256.
4. Korotkova I., Marenych M., Hanhur V. et al. Weed control and winter wheat crop yield with the application of herbicides, nitrogen fertilizers, and their mixtures with humic growth regulators. *Acta Agrobotanica*. 2021. Vol. 74:748.
5. Bharali A., Kumar B. K., Pradip B. et al. Integrated nutrient management in wheat grown in a northeast India soil: Impacts on soil organic carbon fractions in relation to grain yield. *Soil & tillage research*. 2017. Vol. 168. P. 81–91.

Міністерство освіти і науки України

СЕРТИФІКАТ

СС00493014/000477-23

засвідчує, що

Туманцов Володимир Васильович

взяв (-ла) участь

у Міжнародній науково-практичній конференції

«Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних

технологій вирощування», присвячена 90-річчю з дня народження

професора Г.П. Жемели, яка відбулася 30 вересня 2023 року. Обсяг - 4 години.

Ректор

30.09.2023 р.



Олександр ГАЛИЧ

М. Полтава