

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

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

**КАФЕДРА РОСЛИННИЦТВА**

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему:**

# **ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМ ДОБРІВ**

Виконав: здобувач вищої освіти  
ступеня вищої освіти Магістр  
ОПП Екологічне рослинництво  
спеціальності 201 Агрономія  
денної форми навчання

Адамчук Сергій Володимирович

Керівник: доцент Ляшенко Віктор Васильович

Рецензент: професор Міщенко Олег Вікторович

**Полтава – 2022**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Пшениця є однією з найважливіших зернових культур, що вирощуються на планеті. 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. Пшениця (*Triticum L.*) разом з кукурудзою (*Zea mays L.*) і 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 посідає сьоме місце та, за прогнозами, повинна була стати п'ятим за величиною експортером у 2021/22 маркетингових роках. 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].

Крім пшениці, за останні 10 років Україна здобула значну частку міжнародних агропродовольчих ринків як експортер інших зернових культур, а також 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 та практики.

Серед усіх зернових в Україні озима пшениця становить близько 97 відсотків загального виробництва пшениці. Посівні площі під озимими зерновими в Україні становлять близько 8 мільйонів гектарів і до 7 мільйонів із

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 стабільний високий урожай даної зернової культури при зниженні собівартості та негативного впливу засобів інтенсифікації на довкілля, залишається актуальним.

Одним із основних факторів, що впливають на розмір врожаю 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 і впроваджено у практику виробництва широкий асортимент гербіцидів, що містять сполуки різноманітного хімічного складу і характеризуються різними механізмами дії. Крім того, сорти озимої пшениці 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 агротехнології вирощування озимої пшениці і сприяє отриманню високих врожаїв даної культури.

Однак вирішити це питання за рахунок лише збільшення обсягів мінеральних добрив на сучасному етапі розвитку аграрного виробництва 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 ( $\text{NO}_3^-$ ), що вимиваються у гідросистеми, аміаку ( $\text{NH}_3$ ) та закису

азоту ( $N_2O$ ), які забруднюють атмосферу та ґрунти [3], з іншого боку – надмірне використання мінеральних добрив не завжди є корисним для рослини. Саме тому обов'язковим етапом технологій виробництва пшениці озимої стало впровадження стимуляторів росту [4], що дає можливість зменшувати дози застосованих добрив, тим самим обмежити негативний вплив на навколишнє середовище, особливо при застосуванні стимуляторів росту природного походження, до яких належать багаточисленні гумінові препарати. Відомо, що спільне застосування гумінових стимуляторів росту і мінеральних добрив підвищує рівень окультуреності ґрунту за рахунок істотного підвищення вмісту поживних речовин в ґрунті, сприяє поліпшенню його структури, вологості і повітрообміну. В свою чергу, присутність гумінових речовин підвищує ефективність поглинання рослинами поживних речовин із ґрунту, проникність клітин і, регулює механізми, які беруть участь в стимуляції росту рослин.

Таким чином, вивчення дії цих препаратів у складі сумішей з мінеральними добривами дає змогу спрямовано регулювати потенційні можливості рослин, зокрема, пшениці озимої, з метою отримання високих врожаїв, що і визначає актуальність даної роботи.

**Мета і завдання дослідження.** Метою даного дослідження було встановлення ефективності впливу сумішей мінеральних добрив з гуміновим препаратом на динаміку вмісту основних елементів живлення (азоту, фосфору і калію) в ґрунті та врожайність зерна пшениці озимої.

Задля досягнення мети роботи необхідно виконати наступні завдання:

- виконати аналіз літературних джерел щодо функцій стимуляторів росту, особливо гумінової природи, і їх ролі в підвищенні урожайності пшениці озимої;
- провести аналіз впливу мінеральних добрив та їх сумішей з гуміновим препаратом на вміст азоту, фосфору і калію у верхньому шарі ґрунту 0-20 см перед посівом пшениці озимої;
- 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 варіантів живлення та визначити такий, що призводить до максимального 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 культури пшениці озимої та формування врожайності залежно від варіанту внесення поживних речовин (чистих азотних добрив та їх сумішей з гуміновим препаратом). Предмет дослідження: вміст азоту, фосфору, калію у ґрунті; елементи структури врожайності пшениці озимої (продуктивне кущення, маса зерна з колоса, маса 1000 зернин) та урожайність пшениці озимої залежно від варіанту удобрення; 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 ефективності використання речовин гумінової природи для збільшення врожайності пшениці озимої, планування експерименту, облік та спостереження, метод порівняльного аналізу (порівняння економічної ефективності вирощування пшениці озимої за різними варіантами удобрення); узагальнення (для аналізу результатів дослідження та формулювання висновків).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше в умовах Полтавської області досліджено та проаналізовано вплив варіантів удобрення, які є сумішами азотних добрив з гуміновим препаратом, на агрохімічні показники ґрунту та елементи структури врожайності та встановлено зв'язок із урожайністю пшениці озимої. Визначено найбільш ефективний варіант суміші, використання якого сприяє максимальному зростанню врожайності пшениці озимої. Доведено і економічно обґрунтовано

ефективність застосування сумішей азотних добрив з гуміновим препаратом в порівнянні з чистими азотними добривами.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі проведених досліджень отримано експериментальні дані, що дозволяють рекомендувати сумісне використання гумінового препарату гумісол-прима з карбамід-аміачною сумішшю (1:1) в технології вирощування пшениці озимої задля отримання суттєвого приросту врожайності на рівні  $\sim 21\%$ . До того ж, даний варіант внесення поживних речовин дозволяє зменшити об'єми використання мінеральних добрив і, таким чином, знизити антропогенне навантаження на ґрунт, водні ресурси, атмосферне повітря.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення роботи були представлені і обговорені на засіданні кафедри рослинництва ПДАУ та Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції на тему: «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування», яка присвячена академіку, доктору сільськогосподарських наук, професору Г. П. Жемелі, що відбулася 30 вересня 2022 року в ПДАУ. В збірнику матеріалів конференції представлено тези: 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: матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (Полтава, 30 верес. 2022). Полтава: ПДАУ, 2022. С. 287-290.

**Структура та обсяг роботи.** Загальна кількість сторінок 57. Робота містить огляд літературних джерел, щодо тематики роботи, характеристику об'єкту та методів досліджень. Основний розділ присвячений результатам дослідження та їх обговоренню. Представлені розрахунки економічної оцінки результатів проведених досліджень, екологічна експертиза та висвітлюються питання охорони праці. Завершують роботу висновки та рекомендації виробництву. Робота містить 7 таблиць, 2 рисунки та 62 використаних літературних джерела.

## **РОЗДІЛ 1**

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ: ВИДИ ТА ВЛАСТИВОСТІ**

**(огляд літератури)**

#### **1.1 Походження та функції стимуляторів росту рослин**

У сучасному сільському господарстві поряд із фунгіцидами, гербіцидами та інсектицидами в технологіях вирощування зернових, у тому числі пшениці озимої, використовують різноманітні препарати, що належать до стимуляторів росту рослин. З цією групою препаратів, останнім часом пов'язують високу врожайність і якість сільськогосподарських культур, особливо за несприятливих для росту і розвитку рослин умов середовища. Роль стимуляторів полягає в контролі та прискоренні процесів життєдіяльності рослин, підвищенні стійкості до стресу та стимуляції їх розвитку (коріння та листя). Стимулятори сприяють кращому проростанню насіння та індукують біологічну активність рослин. Ці продукти також є безпечними для навколишнього середовища та сприяють стійкому високопродуктивному рослинництву з низькими затратами. Їх застосування дозволяє зменшити кількість хімічних речовин, що використовуються в сільському господарстві та захисті рослин.

Застосування поживних речовин для рослин за допомогою мінеральних добрив для підвищення врожайності і якості продукції добре відомо. Проте є попит на технології, які дозволять вирощувати врожаї з кращою кореневою системою та ефективністю поглинання та використання поживних речовин для подолання їх меншої доступності в ґрунті як в органічній, так і в неорганічній формах. Що стосується технології вирощування озимої пшениці, то отримання зерна високої та сталої якості значною мірою залежить від науково обґрунтованого способу внесення добрив у поєднанні із стимуляторами росту та мікроелементами, які активізують життєві процеси

рослин, підвищують урожайність та якість продукції, посилюють захисний потенціал та покращують толерантність до несприятливих умов вирощування.

Позитивна дія стимуляторів росту встановлена для багатьох зернових культур [5-7], її пов'язують зі здатністю рослин до підвищеного накопичення поживних речовин [8, 9], з активізацією фотосинтетичних процесів і, як наслідок, зростанням продуктивності культури [10, 11].

Ефективність їх дії залежить від багатьох чинників, у тому числі і от способів використання. Найпоширенішими способами їх застосування при вирощуванні зернових культур є додавання до ґрунтового субстрату перед висівом насіння та позакореневе використання, але найкращий результат можна отримати при їх спільному застосуванні [12].

Щороку до переліку таких стимуляторів додається значна кількість нових позицій. Це зумовлює необхідність вивчення ефективності їх дії при застосуванні в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах та при вирощуванні певних рослинних культур [13].

В проведеній роботі були використані гумінові добрива тому, що переважну їх більшість можна отримувати з природних джерел (рослин, тварин і мікробних залишків). В деяких роботах відзначається, що походження гумінових добрив сильно впливає на їх ефективність. Аналіз літературних даних про вплив гуматів на зростання рослин показав, що ефективність гуматів, виділених з компостів, значно перевищує ефективність препаратів, отриманих з торфу, бурого вугілля та лігніну [14, 15]. Однак деякі дослідники стверджують, що дія гумінових препаратів, отриманих із різних джерел, суттєво не відрізняється [16].

Різні погляди на механізми дії гумінових речовин на зростання і розвиток рослин узагальнено в огляді [17]. Найбільший позитивний вплив гумінових кислот на рослини встановлений в дослідях за дії стресового фактора [18]. Показано, що гумінові кислоти виявляють захисну дію при спільному застосуванні з гербіцидами, виявлено здатність гумінових кислот

сорбувати різні пестициди [19]. Тим не менш, специфічні механізми впливу гумінових кислот на рослини ще далекі від повного з'ясування. Більшість досліджень зосереджено переважно на кінцевих ефектах гумінових препаратів: прирості біомаси, урожайності, довжині пагонів, кількості бічних коренів та інших параметрах [20].

Найбільш описаний ефект гумінових сполук – сприяння розвитку кореневої системи рослин. Як відомо, коренева система відіграє основну роль у отриманні води та поживних речовин із природного неоднорідного ґрунтового середовища, а також у тому, як рослини сприяють змінам у своїй ризосфері для захисту, покращують мінералізацію поживних речовин та вибирають мікробну спільноту. Ці процеси можуть модулюватися саме гуміновими речовинами.

Гумінові речовини також впливають на ріст пагонів і на численні процеси, такі як фотосинтез, дихання, метаболізм білка та діяльність ферментів, поглинання води та поживних речовин. Механізми цих ефектів пов'язані зі змінами в гормонах, проникності клітинної мембрани, активності вільних радикалів у структурі гумусу та активних формах кисню в рослинах.

Поряд з цим, все частіше в експериментальних роботах приділяється увага первинному метаболізму рослин, різноманітним та складним ферментативним механізмам, пов'язаним з безліччю клітинних процесів, і змінам у вторинному метаболізмі гумінових сполук [21, 22].

Гумінові речовини можуть взаємодіяти з органічними молекулами ксенобіотиків, такими як пестициди, і впливати на доступність поживних речовин (N, S, P), особливо тих, які присутні в ґрунті в дуже низькій концентрації. Крім того, вони здатні здійснювати різні морфологічні, та біохімічні ефекти протягом вегетації рослин. Ці позитивні ефекти пояснюються взаємодією між гуміновими сполуками та фізіологічними та метаболічними процесами, які відбуваються у рослинах. Додавання гумінових речовин стимулює поглинання поживних речовин, проникність

клітин і, регулює механізми, що беруть участь у стимуляції росту рослин [23].

Важливу роль відіграють гумінові речовини окремо або в поєднанні з мінеральними добривами в регулюванні впливу несприятливих погодних умов, забезпечуючи стійкість рослин до посухи або надлишку вологи при вирощуванні зернових культур в богарних умовах [24, 25].

Їх дія в початковий період розвитку рослин, особливо гумінової кислоти [26], і в період, коли зовнішні умови створюють стрес для рослин: при посухах або заморозках, є вирішальною, особливо при вирощуванні зернових культур в умовах Лісостепу України, а, отже, і в Полтавській області. Встановлено, що використання гумінових препаратів у живленні сільськогосподарських культур може зменшити негативну дію нестачі вологи до 20% [27].

Слід зазначити, що позитивний ефект застосування гумінових речовин на зростання рослин не завжди гарантований. Вирішальну роль у досягненні видимого результату в польових умовах відіграє оптимальна норма внесення та спосіб використання гумінових добрив, проте дози гумінових добрив, що сприяють максимальному ефекту дотепер не визначені. Багато дослідників вважають ефект низьких доз гумінових добрив парадоксальним, але є роботи, в яких доведено цей ефект і навіть з'ясовано певні молекулярні шляхи, що зумовлюють його. Деякі з них включають регуляцію кореневого аквапорину та біосинтез абсцизової кислоти, багато механізмів пов'язують цей ефект з мікробною активністю [28].

Слід зазначити, що, безпосередньо, гумінові речовини не є добривами і тому мають обмежений стимулюючий вплив на врожайність і якість зернових культур за умов їх роздільного, без азотних добрив, внесення у ґрунт [29-31].

Однак, в роботі [32] показано, що застосування 2% розчину гумінової кислоти збільшило врожайність зерна пшениці на 26%, а автори досліджень

[33, 34] зазначили, що саме комбіноване застосування органічних, мінеральних та гумінових добрив здатне збільшити врожайність пшениці до 27% та позитивно впливає на вміст поживних речовин і органічного вуглецю в ґрунті [35].

Таким чином, додавання гумінових речовин до мінеральних добрив сприяє підвищенню коефіцієнта використання мінеральних добрив, і, як результат, дає можливість скоротити дози азотних добрив на 30-50%, що дозволяє знизити витрати, і таким чином, заощадити значні кошти.

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

## **1.2 Зв'язок структурного складу гумінових речовин з їх біологічними властивостями**

Гумінові речовини – це комерційний термін, який часто використовують для позначення комбінованого вмісту гумінових і фульвових кислот, що містяться в природних родовищах. Відомо, що гумінові речовини є формою органічних речовин навколишнього середовища, які утворюються в процесі фізичного, хімічного та мікробіологічного перетворення (гуміфікації) мертвих тканин тварин і рослин. Гумінові речовини не складаються з окремих чітко визначених молекул, а є класом речовин, які утворюються та знаходяться в наземній частині (органічна речовина ґрунту) і у воді (природна органічна речовина), утворюючи основний компонент як ґрунтових, так і водних запасів вуглецю [36]. Приблизно 80% загального вуглецю наземного середовища і 60% вуглецю, розчиненого у воді, складається з гумінових речовин [37].

На початку ХХІ століття гумінові речовини стали розглядати як фракцію органічної речовини, яка залишається структурно невідомою [38]. На теперішній час встановлено, що гумінові речовини існують у трьох формах: гумінова кислота, фульвова кислота і гумін. Як правило, всі гумінові речовини містять вуглець, водень, кисень і азот з невеликою кількістю сірки і фосфору і належать до великої родини органічних сполук, які мають подібні характеристики. Ці основні елементи завжди присутні в гумінових речовинах незалежно від їх походження чи країни. Аналіз широкого спектру гумінових речовин дозволив встановити, що відсотковий склад С, О, Н і N в цих сполуках варіюється в діапазоні: С (45–60); О (25–45); Н (4–7); N (2–5) і неорганічних елементів (зола) 0,5–5. Вміст вуглецю зазвичай збільшується в порядку гумінова кислота, фульвова кислота < гумінова кислота < гумін, а вміст кисню має зворотну тенденцію [39].

Крім елементного складу, для характеристики гумінових речовин використовується груповий склад, оскільки він дає інформацію про хімічні та структурні властивості сполук. Фульвові кислоти містять більше функціональних груп кислотної природи, зокрема –COOH. Ще одна важлива відмінність полягає в тому, що кисень у фульвових кислотах здебільшого присутній у складі функціональних груп (–COOH, –OH, –C=O-).

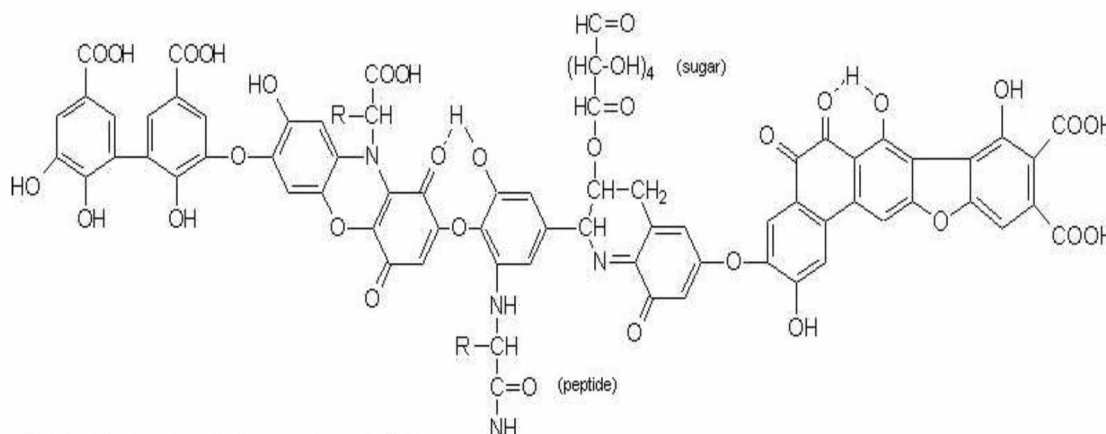
Вміст вуглецю та кисню, кислотність і ступінь полімеризації змінюються систематично зі збільшенням молекулярної маси сполуки. Низькомолекулярна фульвова кислота має більший вміст кисню, але менший вміст вуглецю, ніж високомолекулярна гумінова кислота.

З усіх форм гумінових речовин найбільшу увагу в даний час привертають саме гумінові кислоти (ГК) завдяки своїй високій біологічній активності і багаточисленним препаратам на їх основі, які широко використовуються в агарній галузі. Електронно-мікроскопічні дослідження показали, що гумінові кислоти різних ґрунтів мають полімерну структуру, представлену у вигляді кілець, ланцюжків і кластерів. Розміри їх макромолекул можуть коливатися від 60 до 500 Å, що в основному

визначається процесом гуміфікації, який також впливає на їх просторову структуру.

Очевидно, що гумінові кислоти складаються з гетерогенної суміші сполук, для якої не буде достатньо однієї структурної формули. Вважається, що гумінові кислоти є складними ароматичними макромолекулами з амінокислотами, аміноцукорами, пептидами, аліфатичними сполуками, з'єднаними зв'язками між ароматичними групами.

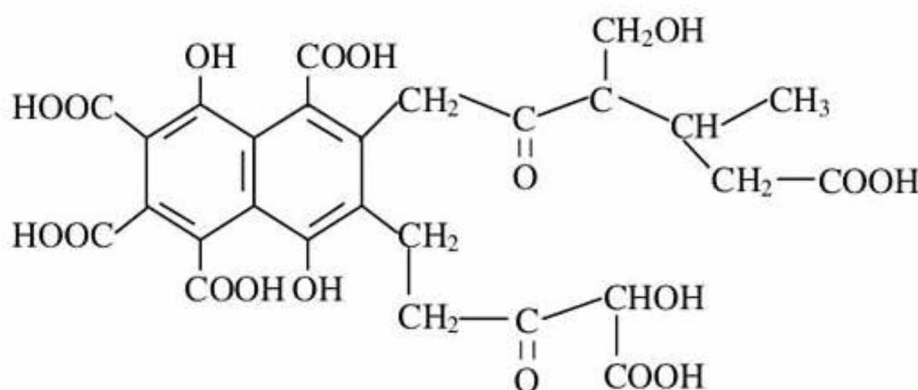
Одна з гіпотетичних структур гумінової кислоти представлена на Рис. 1. Як видно, сполука містить вільні та зв'язані фенольні –ОН групи, хінонові структури, азот і кисень як мостові одиниці та групи –COOH, які по-різному розміщені на ароматичних кільцях.



**Рис. 1. Будова фрагменту гумінової кислоти за Ф. Стивенсоном**

[дані: джерело [40]]

Гіпотетична модельна структура фульвової кислоти (модель Дж. Баффла, Рис. 2) містить як ароматичні, так і аліфатичні структури, обидві значною мірою заміщені кисневмісними функціональними групами:



**Рис. 2. Молекулярна структура фульвової кислоти за Дж. Баффлом  
[дані: джерело [40]]**

Всі запропоновані сучасні варіанти молекулярних формул ГК відображають лише загальний склад сполук повну і однозначну формулу ГК скласти досить важко, тому, що вони, в цілому, є сполуками змінного складу. Встановлено, що мономер гумінової кислоти має загальну формулу  $C_{305}H_{299}N_{16}O_{134}S$  і включає 26 карбоксильних груп, 34 фенольних і гідроксильних груп, 6 аміногруп і 7 гетероциклічних атомів азоту. Молекула містить 2–15 таких фрагментів, що утворюють за допомогою вуглеводневих або хімічних зв'язків ланцюжки, які в природному стані згорнуті в клубок. Ці клубки утворюють великі агрегати, що формують органічну частину ґрунту. Розміри таких агрегатів досягають  $150 \text{ \AA}$ , що не дозволяє їм проникати через клітинну мембрану. Тому, в природних умовах, тільки незначна частина гумінових кислот можуть потрапляти всередину клітини і виконувати функцію стимулятора росту і розвитку рослин.

На теперішній час встановлено взаємозв'язок між структурними особливостями і біологічною активністю гумінових кислот, причому різні структури призводять до різного ступеня стимуляції рослин. Високу біологічну активність ГК пов'язують зі здатністю молекул ГК приймати участь в окисно-відновних реакціях в рослинній клітині і посиленням цих процесів [41], з таким структурним параметром молекули, як «ступінь ароматичності», що відображає вміст хіноїдних груп, фенольних гідроксилів, вільних радикалів, з гідрофільно-гідрофобним параметром і параметром, що відображує співвідношення ароматичних і аліфатичних фрагментів органічної маси ГК [42].

Встановлення взаємозв'язку біологічної активності гумінових кислот з структурними компонентами було проведено на основі аналізу показників врожайності пшениці, а також за змінами у будові кореня на прикладі томату і кукурудзи при використанні ряду природних і модифікованих гумінових речовин, отриманих з різних природних джерел. Визначено, що окислені

форми, а також гумінові речовини, в які було введено алкільний ( $\text{CH}_3-$ ) радикал є найефективнішими компонентами цих речовин. Зроблено припущення, що гідрофобний домен ГК містить в собі біологічно активні молекули, подібні ауксином. При контакті з органічними кислотами, які надходять з кореня, порушується гідрофобна оболонка і вивільнюються біологічно активні компоненти [43].

Таким чином, інноваційні методи агротехнологій вимагають застосування нового покоління препаратів, які діють як стимулятори росту рослин на основі фізіологічних ефектів природних гумінових речовин. Метою, яка має бути досягнута, є покращення продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема пшениці озимої, шляхом прогнозування зв'язку між структурою гумінового препарату та фізіологічною та біохімічною активністю рослин, тобто при виборі гумінового препарату для практичного застосування, перш за все, необхідно встановити наявність структурних елементів, відповідальних за їх біологічну активність.

## **РОЗДІЛ 2**

### **ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ**

#### **2.1 Ботанічна характеристика пшениці озимої м'якої сорту Подолянка**

Для проведення дослідження було обрано пшеницю м'яку озиму сорту Подолянка, оригінаторами якого є Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААН України. В Реєстрі сортів рослин України сорт Подолянка 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 Подолянка 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, бурю листковою іржею, корневими гниллю. Сорт належить до середньоранніх, період вегетації 305-310 днів.

Рослина пшениці сорту Подолянка має відносно довге міцне стебло (95-99 см), відрізняється високою кустистістю, 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 соломою 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.

## **2.2 Особливості технологій вирощування пшениці озимої м'якої сорту Подолянка**

Пшениця озима посідає перше місце серед культивованих рослин за площею вирощування та виробництвом і тому питанням удосконалення технологій вирощування приділяється значна увага аграріїв у всьому світі [44]. Пшениця також є важливою культурою в органічному землеробстві. Органічне сільське господарство на теперішній час широко впроваджується в багатьох країнах світу через особливий інтерес населення щодо здорових та екологічно чистих продуктів харчування. Високі обсяги виробництва пшениці залежать від її адаптивності та високого потенціалу врожайності. Білкова фракція клейковини зерна пшениці дозволяє отримувати високоякісні харчові продукти. Пшениця також містить незамінні амінокислоти, мінерали та вітаміни, а також корисні фітохімічні компоненти до раціону людини.

На якість зерна пшениці і врожайність впливають генетичні фактори, місце вирощування, і, головним чином, агротехнічні заходи. Одним із найефективніших заходів підвищення якості зерна є правильна науково обґрунтована система удобрення. Між інтенсивністю внесення мінеральних добрив і продуктивністю зернових культур, зокрема, пшениці, встановлено тісний прямий зв'язок. 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, який є складовою і незамінною частиною амінокислот, білків, хлорофілу, ферментів [45].

В багатьох дослідженнях описано позитивний вплив азоту на виробництво рослинної біомаси, урожайність зерна та вміст білка в зерні.

Але, середній коефіцієнт корисної дії по 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  $\text{NO}_3^-$  через вимивання,  $\text{NH}_3$  через випаровування, а також викиди інших азот вмісних газів). Ці втрати не лише знижують родючість ґрунту, але також становлять ризик для атмосфери, гідросфери та здоров'я людини. Випаровування  $\text{NH}_3$  відбувається переважно при поверхневому внесенні добрив без загортання в ґрунт і можуть 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  $\text{CO}_2$  і велику кількість  $\text{NH}_3$ . Для гідролізу сечовини необхідний фермент уреаза, активність якого може бути знижена інгібітором уреаз. Застосування інгібітору уреаз з сечовиною сприяє затримці перетворення сечовини в іони  $\text{NH}_4^+$  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  $\text{NH}_4^+$  в  $\text{NO}_2^-$ ). Інгібітор нітрифікації тимчасово зв'язує аміномонооксигеназу, що призводить до збереження нерухомого  $\text{NH}_4^+$  у ґрунті на більш тривалий період (4–10 тижнів) [46].

Але при виборі технологій утримання азоту в ґрунті аграрії часто спираються на економічну складову. Тому, не завжди використовують різного роду інгібітори, які найчастіше є дорого вартісними. 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. Як було відмічено вище, гумінові кислоти містять велику кількість карбоксильних та інших кисневмісних функціональних груп, які сприяють утворенню їх комплексу з азотом сечовини або  $\text{NH}_4^+$ , що зрештою уповільнює вивільнення азоту та утримує  $\text{NH}_4^+$  у ґрунті. Крім того, гумінові кислоти демонструють високу здатність до інгібування та стабілізації активності уреаз 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, підтримують їх використання як підсилювачів поживних речовин, що підвищує ефективність засвоєння добрив і врожайність [47]

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  $\text{NO}_3^-$  і  $\text{SO}_4^{2-}$ , а й на метаболізм N і S. Сірка також позитивно впливає на якість білка. В пшениці з дефіцитом S 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 озимої пшениці є розвиток хвороб, забур'яненість посівів, поширення шкідників, які завдають великої економічної шкоди врожаю [48]. Вони розповсюджуються нерівномірно, внаслідок чого випадають сходи, зменшується продуктивна кустистість, маса та кількість зерен у колосі, погіршується їх якість.

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 кушаться. Часто на початку цвітіння спостерігається в'янення листя і 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 необхідно проводити протруювання насіння з використанням протигрибкових препаратів, наприклад Раксил Ультра FS, або проводити передпосівну обробку насіння одним із фізичних методів (озонування, опромінення тощо).

Однією з вагомих причин втрати врожаю пшениці є бур'яни. Втручання бур'янів може призвести до втрати врожаю пшениці від 5 до понад 80%. Найбільш часто в посівах озимої пшениці 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 [49].

Таким чином, удосконалення технологій вирощування пшениці шляхом пошуку ефективних форм добрив, оптимізація способів захисту посівів від шкودодіючих 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

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Гідротермічні умови за роки проведення досліджень

Аграрний потенціал України зосереджений у 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 і контролю за гідротермічними умовами.

Пшениця озима сорту Подолянка достатньо холодостійка культура, тому насіння починає проростати при температурі ґрунту від  $+1$  до  $-2^{\circ}\text{C}$ , а оптимальною вважають температуру від  $+10$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ . Тому строки сівби у кожному році зумовлені середньодобовою температурою повітря, які можуть варіюватись в межах  $+12\dots+17^{\circ}\text{C}$ . Саме за таких умов у рослин пшениці формується вузол кущення і добре розвивається коренева система, завдяки чому вона легко перезимовує. Тому, строки сівби пшениці озимої становили: у 2019 та 2020 роках – 28-30 вересня, у 2021 році у зв'язку з високою денною температурою  $+24^{\circ}\text{C}$  посів здійснювали у другій декаді жовтня (12-14), тому що на початку жовтня спостерігалась максимальна температура  $+22.5^{\circ}\text{C}$ , а середньомісячна температура становила  $+12.1^{\circ}\text{C}$ , що на  $4^{\circ}\text{C}$  перевищувало кліматичну норму (Таблиця 3.1).

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 3.2 у вказані строки сівби кількість опадів у вересні 2019 року становила 84 мм, що на 40% перевищувало середню багаторічну норму, однак у 2020 та 2021 роках 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:

2019 – 198 мм, 2020 – 149 мм, 2021 – 186,5 мм, 2022 – 124 мм. Однак, якщо середньомісячна температура в даний період у 2020-2021 роках майже не відхилялася від норми, то у березні 2022 року вона складала лише +4°C вдень, а в ночі знижувалась до позначки 0°C.

*Таблиця 3.1*

**Середньомісячна температура повітря за роки проведення досліджень  
(2019-2022 рр), °C**

|                                   | 2019-2020    | 2020-2021  | 2021-2022    |
|-----------------------------------|--------------|------------|--------------|
| Вересень                          | 22/15 (18)   | 21/12 (16) | 24/15 (19,3) |
| Жовтень                           | 15/9 (12)    | 15/9 (12)  | 17/10 (13,5) |
| Листопад                          | +3/-2 (0,3)  | 7/3 (5)    | +4/+3 (3,5)  |
| Грудень                           | -3/-4 (-2,8) | +4/+2 (3)  | -1/-3        |
| Січень                            | -4/-6 (-3,3) | +1/-1 (0)  | -2/-4        |
| Лютий                             | 0/-2 (-4,3)  | +3/0 (1,5) | -4/-6        |
| Березень                          | +8/+3 (5)    | 10/5 (7,5) | +4/0         |
| Квітень                           | +14/+8 (11)  | 14/5 (9,5) | 11/5(8)      |
| Травень                           | 23/15 (19)   | 17/11 (14) | 19/12 (14)   |
| Червень                           | 28/19 (23)   | 28/19 (23) | 24/17 (20)   |
| Липень                            | 25/16 (20)   | 27/18 (22) | 29/20 (24)   |
| Серпень                           | 26/17 (21)   | 27/17 (22) | 28/19 (24)   |
| Середньорічна температура повітря | 14           | 15         | 13           |

*Примітка: денна температура/нічна (середньодобовий показник)*

З настанням повної стиглості зерна пшениці у третій декаді червня 2020 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 39,9 мм (при нормі 60 мм), що склало лише 68% від кліматичної норми. В результаті

такого несприятливого гідротермічного режиму волога у орному шарі була майже відсутня.

*Таблиця 3.2*

**Середньомісячна кількість опадів за роки проведення досліджень  
(2019-2022 рр.), мм**

|                                           | 2019-2020        | 2020-2021           | 2021-2022                               |
|-------------------------------------------|------------------|---------------------|-----------------------------------------|
| Вересень                                  | 84               | 23                  | 17                                      |
| Жовтень                                   | 42               | 48                  | 14                                      |
| Листопад                                  | 40               | 70                  | 28                                      |
| Грудень                                   | 28               | 40                  | 28                                      |
| Січень                                    | 70               | 41                  | 54                                      |
| Лютий                                     | 38               | 44                  | 51                                      |
| Березень                                  | 63               | 25                  | 17                                      |
| Квітень                                   | 51               | 25                  | 68                                      |
| Травень                                   | 91               | 112                 | 70                                      |
| Червень                                   | 40               | 68                  | 23                                      |
| Липень                                    | 40               | 50                  | 72                                      |
| Серпень                                   | 26               | 16                  | 48                                      |
| Сумарна<br>кількість опадів<br>за рік, мм | За 2019 – 299 мм | За 2020 – 339<br>мм | За 2021 – 382,0 мм<br>За 2022 – 181,9мм |

У червні та на початку липня 2021 року на момент збирання врожаю пшениці температурний режим був такий, як у 2020 році, середня температура повітря складала 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 відповідало багаторічним показникам (68 мм).

На момент збирання врожаю у 2022 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 2020 року були найбільш сприятливими для отримання високого врожаю пшениці озимої.

### **3.2 Схема досліду та методика проведення польових досліджень**

Польові дослідження було проведено в умовах СТОВ "Агрофірма Оржицька" Оржицького р-ну Полтавської області в продовж 2019-2022 років. Для проведення дослідження було обрано пшеницю озиму м'яку сорту Подолянка.

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 культивування 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 удобрення передбачала:

1. Під час основного обробітку ґрунту, задля задовільного живлення рослин пшениці впродовж всієї вегетації та для посиленого розвитку кореневої системи культури, підвищення стійкості до морозів вносили нітроаммофоску з NPK 8:24:24 на всі дослідні ділянки
2. Весняне підживлення (регенеративне) проводилось у фазу «вихід у трубку» і включало такі варіанти удобрення:

Варіант 1: Аміачна селітра, 120 кг/га

Варіант 2: Карбамід, 100 кг/га

Варіант 2: Карбамідно-аміачна суміш (КАС-32), 100 кг/га

Варіант 3: Суміш аміачної селітри і гумісол-пріма (1:1)

Варіант 4: Суміш карбаміду і гумісол-пріма (1:1)

Варіант 5: Суміш КАС і гумісол-пріма (1:1).

Представником гумінових препаратів було обрано препарат Гумісол-пріма, який містить такі діючі речовини: азот, оксид фосфору, оксид калію, магній, сірка; мікроелементи (Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, Co, B, Se), гумінові

речовини (гумати та фульвові кислоти). Концентрація діючої речовини: гумінові речовини, 1,0-5,0% + N, не менше 0,01% +  $P_2O_5$ , не менше 0,01% +  $K_2O$ , не менше 0,01% + мікроелементи.

Норма внесення робочого розчину гумісол-прима становила 250 л/га.

3. Вдруге, підживлення проводили в таких же варіантах на IV етапі органогенезу (у фазу «початок колосіння»), одразу після внесення гербіциду.

Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості прямим комбайнуванням.

Визначення вмісту макроелементів (N, P, K) у ґрунті дослідних ділянок виконували у лабораторії Загальної біотехнології за допомогою Фотометру компанії Palintest, призначеного для аналізу ґрунту на вміст макро- та мікроелементів (нітрати, нітроти, фосфати, калій, магній, кальцій, алюміній, амоніак, хлориди, мідь, залізо, манган, сульфати).

## РОЗДІЛ 4

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **4.1 Визначення вмісту макроелементів у ґрунті дослідних ділянок за всіх варіантів удобрення**

Збалансоване живлення рослин макро- та мікроелементами контролює численні процеси обміну речовин та відіграє ключову роль у формуванні врожаю та його хімічного складу. Усі біогенні елементи виконують у рослині життєво важливі функції. Їх вміст зумовлює продуктивність культури. 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».

Надзвичайно важливим елементом для росту, розвитку та формування врожайності пшениці озимої є азот, який входить до складу простих і складних білків, амінокислот, нуклеїнових кислот, хлорофілу, фосфатидів, алкалоїдів, деяких вітамінів, ферментів та інших органічних сполук клітин. Нестача азоту у рослин озимої пшениці позначається на зниженні темпів росту і розвитку. За вегетаційний період озима пшениця з урожайністю зерна 25-30 ц/га споживає з ґрунту 80-100 кг азоту. Споживання азоту рослинами озимої пшениці починається з перших днів життя і триває до кінця наливу зерна. Так, у фазі 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 [50].

Обробка ґрунту азотними добривами, а також під час посіву або протягом початку вегетації значно покращує врожайність пшениці. Однак,

підвищені показники азоту можуть зумовити ризик вилягання та захворювання рослин, хоча і сприяють збільшенню вмісту протеїну в зерні. Зазвичай лише 47-50% внесеного азоту поглинається культурою протягом вегетаційного періоду, все інше потрапляє в навколишнє середовище.

Іншим важливим елементом живлення рослин є фосфор. Даний елемент є складовою багатьох фізіологічних функцій, таких як накопичення та передача енергії, фотосинтез, дихання, клітинна диференціація, що передбачає синтез багатих енергією фосфатних сполук, таких як АТФ, АДФ. Фосфор також є основним компонентом обміну речовин в рослинах і тому, особливо на початковому етапі розвитку, рослина пшениці повинна бути забезпечена фосфором. Найефективніше фосфор засвоюється рослинами в присутності азоту. При достатній забезпеченості ґрунту фосфором можна отримати збільшення врожайності до 22%.

Незамінним для рослин пшениці є також калій. Калій приймає участь у процесах осморегуляції, розширення клітин, активації ферментів, синтезі білка і т. ін. І обов'язковим компонентом ґрунту є сірка, яка виконує роль будівельного матеріалу білка та є ключовим інгредієнтом у формуванні хлорофілу. Без достатньої кількості сірки пшениця не може досягти свого повного потенціалу щодо врожайності чи вмісту протеїну. Сірка важлива для рослин і через те, що бере участь у синтезі амінокислот і виробництві вторинних метаболітів.

Всі добрива, що досліджуються в даній роботі, різняться за вмістом елементів живлення та способом засвоєння їх рослинами. Мінеральні азотні добрива представлені в амонійній, нітратній та амідній формах. Рослини мають доступ до амонійного та нітратного азоту, амідний азот безпосередньо недоступний рослинам, вони можуть використовувати його після перетворення в амонійну форму під впливом ферменту уреазы

Традиційне азотне добриво – аміачна селітра, що використовується в даній роботі, містить азот у двох формах: амонійній (17%) і нітратній (17%),

який одразу після внесення потрапляє до кореневої системи рослини. Загальний вміст азоту у селітрі становить в середньому 25-35%.

Другий варіант удобрення представлений карбамідом, в якому переважна форма азоту – амідна, яка достатньо легко засвоюється рослинами. Вміст азоту досягає ~ 46%.

Третій варіант азотного добрива – карбамідно-аміачна суміш (КАС), яка містить одночасно всі три форми азоту – 16% азоту амідного, 8% амонійного, 8% нітратного. На відміну від інших дорив, амонійний азот з КАС не потрапляє безпосередньо до рослини, а накопичується у ґрунті. Амідний азот легко потрапляє через листову пластинку, але під дією тепла та ґрунтових мікроорганізмів поступово через амонійну форму перетворюється в нітратну. Саме тому дане добриво має пролонговану дію. Залежно від виробника вміст карбаміду та нітратного азоту в КАС може варіювати і становити від ~ 32-38% та 38-41%, відповідно.

Як було зазначено, при використанні будь-якого азотного добрива, слід враховувати втрати азоту через випаровування  $\text{NH}_3$ . Найвищий відсоток азоту втрачає карбамід (до 40%), аміачна селітра – до 20% і найменша кількість азоту втрачається при використанні КАС (3-5%).

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 (Таблиця 4.1).

Отримані результати свідчать, що внесення різних форм добрив сприяє збільшенню концентрації поживних елементів у ґрунті, але ступінь їх впливу неоднозначна. Найменший вміст всіх поживних елементів спостерігали на ділянці, удобреній аміачною селітрою, але у порівнянні з ґрунтом до внесення селітри (фон) вміст фосфору збільшився на 13,5%, вміст азоту загального на 18,5%, вміст калію на 14,6%.

Таблиця 4.1

**Вміст основних елементів живлення рослин пшениці у ґрунті дослідних ділянок, мг/кг ґрунту**

| <b>Варіант дослідів</b>         | <b>N загальний</b> | <b>N лужногідролізований</b> | <b>P</b> | <b>K</b> |
|---------------------------------|--------------------|------------------------------|----------|----------|
| Аміачна селітра                 | 17,3               | 12,2                         | 10,1     | 78,6     |
| Карбамід                        | 18,6               | 14,8                         | 12,2     | 84,5     |
| КАС                             | 22,3               | 16,1                         | 13,7     | 92,2     |
| Аміачна селітра + гумісол-прима | 19,0               | 12,8                         | 11,2     | 97,1     |
| Карбамід + гумісол-прима        | 21,2               | 15,7                         | 14,5     | 105,6    |
| КАС + гумісол-прима             | 26,0               | 17,4                         | 17,0     | 113,2    |

Сумісне внесення азотних добрив з гуміновим препаратом гумісол-прима сприяло збільшенню вмісту азоту загального при використанні аміачної селітри + гумісол-прима на 10%, карбаміду + гумісол-прима на 14% і КАС + гумісол-прима на 17% відносно монодобрив, тобто, аміачної селітри, карбаміду та КАС, відповідно. Також, спостерігали збільшення вмісту лужногідролізованого азоту, який корелював зі зростанням загального азоту, приріст становив ~ 5,0%, 6,1% та 8,0% внаслідок внесення аміачної селітри + гумісол-прима, карбаміду + гумісол-прима і КАС + гумісол-прима, відповідно.

Суттєво змінився вміст фосфору в ґрунті в наслідок внесення вказаних сумішей. Так, найбільше збільшення вмісту фосфору (24,1%) спостерігали на ділянках, де в ґрунт вносили суміш КАС + гумісол-прима. На ділянках, де вносили суміші аміачної селітри + гумісол-прима та карбаміду + гумісол-прима збільшення вмісту фосфору становило ~11% та 18,8%, відповідно.

Вміст обмінного калію у ґрунті також не залишився незмінним, його збільшення на всіх ділянках після внесення у ґрунт досліджуваних сумішей азотних добрив з гуматом становило в середньому 23-25%.

Таким чином, максимальний ефект на накопичення азоту, фосфору і калію у ґрунті в наслідок внесення добрив спостерігали на ділянці, удобреній сумішшю КАС + гумісол-прима. Вміст азоту збільшився на 17%, фосфору на 24,1%, калію на 23%.

#### **4.2 Вплив варіантів удобрення на складові врожайності та обсяг врожаю пшениці озимої сорту Подолянка**

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 колосків на 1 м<sup>2</sup>, кількість зерен у колосі та маса 1000 зернин.

Продуктивність переважної більшості сучасних сортів *Triticum aestivum* L. обумовлена високою кількістю зерен з колоса та кількістю рослин на 1 м<sup>2</sup> 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 [51,52].

Результати аналізу впливу форм досліджуваних добрив на компоненти врожаю пшениці озимої сорту Подолянка представлені в Таблиці 4.2. Аналіз даних дозволяє оцінити роль різних форм добрив у формуванні врожайності пшениці озимої сорту Подолянка.

Найвищий показник продуктивного кушення рослин пшениці (1,92) спостерігали на варіанті, де для удобрення використовували карбамідно-аміачну суміш + гумісол-прима. Даний показник перевищував показник продуктивного кушення на варіантах із застосування суміші аміачна селітра + гумісол-прима на ~ 8,0% та карбамід + гумісол-прима на ~ 4,0%. Суттєво відрізнялось продуктивне кушення рослин пшениці на ділянках, де

застосовували суміші азотних добрив з гуміновим препаратом від ділянок, які удобрювались лише азотними добривами. Перевищення склало: 13,4% для аміачної селітри + гумісол-прима відносно аміачної селітри; 14,3% для суміші карбамід + гумісол-прима відносно чистого карбаміду і 17,1% для суміші КАС + гумісол-прима в порівнянні з чистою КАС.

Таблиця 4.2

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

| <b>Варіант удобрення</b>        | <b>Продуктивна кущистість</b> | <b>Маса зерна з колоса, г</b> | <b>Маса 1000 зернин, г</b> |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Аміачна селітра                 | 1,57                          | 1,61                          | 41,14                      |
| Карбамід                        | 1,60                          | 1,65                          | 42,23                      |
| КАС                             | 1,64                          | 1,69                          | 42,51                      |
| Аміачна селітра + гумісол-прима | 1,78                          | 1,82                          | 45,38                      |
| Карбамід + гумісол-прима        | 1,83                          | 1,91                          | 45,80                      |
| КАС + гумісол-прима             | 1,92                          | 1,97                          | 47,10                      |

Оскільки продуктивне кущення 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 аміачну селітру (1,61 г), а найбільшу – на ділянках з використання суміші КАС + гумісол-прима (1,97 г), таким чином, збільшення маси зерна становило 22,4%. Порівняння маси зерна з колоса на варіантах з використанням чистих азотних добрив показало, що найбільш ефективно на даний показник вплинула карбамідно-аміачна суміш. Збільшення маси зерна становило 5% у порівнянні з аміачною селітрою і лише 2,5% у порівнянні з карбамідом.

В багатьох експериментальних роботах встановлено, що додавання гумінових препаратів до мінеральних добрив, зокрема азотних, призводить

до збільшення кількості зерен в колосі, їх ваги та маси 1000 зернин [53,54]. Аналогічну залежність спостерігали і в даній роботі.

Отримані результати свідчать, що ефект від удобрення сумішами азотних добрив з гуматом був більш суттєвим у порівнянні з дією чистих азотних добрив на всі компоненти врожаю, у тому числі і на масу 1000 зернин. Серед чистих азотних добрив найбільш ефективним виявилась КАС стосовно впливу на масу 1000 зернин. На ділянках, де удобрення проводили карбамідно-аміачною сумішшю маса 1000 зерен на 5,8% перевищували цей показник на варіанті з використанням аміачної селітри і на 2,6% – на варіанті з використанням карбаміду.

Вага 1000 зерен залежно від варіанту удобрення коливалась в межах 41,14-47,10 г. Найвищий показник ваги (47,10 г) отримали з рослин, де в ґрунт вносили КАС + гумісол-прима, це на 11% вище, чим при застосуванні чистої КАС та на 14,5% у порівнянні з аміачною селітрою

Таким чином, на формування елементів структури врожаю значною мірою вплинуло удобрення ґрунту сумішами мінеральних добрив з гуміновим препаратом. Із застосуванням таких сумішей продуктивна кустистість рослин та маса зерна з колоса збільшились в середньому на 15%, маса 1000 насінин на 10% у порівнянні з даним показником, отриманим на ділянках з використанням чистих мінеральних добрив.

Формування врожаю пшениці озимої залежно від виду та форм 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.

У наших дослідженнях урожайність зерна пшениці озимої сорту Подолянка залежала як від метеорологічних умов, так і від форм внесених добрив. Для оцінки ролі добрив у формуванні врожайності та аналізу їх ефективності, в дані роботі було порівняно урожайність пшениці з ділянок, удобрених чистими азотними добривами, та врожайність з ділянок, де

вносили суміші азотних добрив з гуміновим препаратом гумісол-прима. Результати представлені у таблиці 4.3.

*Таблиця 4.3*

**Рівень врожаю зерна пшениці озимої сорту Подолянка залежно від форм підживлень за роки досліджень (2019-2022 рр.), т/га**

| Варіант удобрення               | 2020 | 2021 | 2022 | Середня врожайність |      |
|---------------------------------|------|------|------|---------------------|------|
| Аміачна селітра                 | 5,36 | 5,47 | 5,53 | 5,45                | 5,52 |
| Карбамід                        | 5,58 | 5,52 | 5,42 | 5,51                |      |
| КАС                             | 5,64 | 5,62 | 5,57 | 5,61                |      |
| Аміачна селітра + гумісол-прима | 6,12 | 5,79 | 5,88 | 6,0                 | 6,39 |
| Карбамід + гумісол-прима        | 6,49 | 6,42 | 6,30 | 6,40                |      |
| КАС + гумісол-прима             | 6,82 | 6,75 | 6,79 | 6,79                |      |

Присутність гумінового компоненту у суміші з мінеральними добривами вочевидь дозволило знизити негативний вплив метеорологічних факторів на врожайність. У проведеному польовому досліді з обробкою ґрунту сумішами азотних добрив з гуміновим препаратом Гумісол-прима отримані дані, що підтверджують достовірне збільшення врожаю на всіх фонах їх використання. Внесок гумінового компоненту у підвищення врожайності щодо чистих азотних добрив становив 0,87 т/га. Додавання гумінового препарату до азотних добрив сприяло значному підвищенню ефективності їх дії, що відобразилось у зростанні врожайності в середньому на 15,7%.

Порівняння впливу на врожайність чистих азотних добрив, незважаючи на різний вміст азоту у їх складі, не дозволяє зробити висновок про суттєві переваги будь-якого з них. Можна зазначити, що в результаті використання

КАС-32 урожайність пшениці збільшилась лише на 2-3% у порівнянні з аміачною селітрою та карбамідом.

Порівняно також врожайність з ділянок, удобрених аміачною селітрою, карбамідом та КАС і врожайність на варіантах, де дані добрива вносили у сумішах з гумісол-прима. Отримані результати підтверджують, що присутність в кожній суміші гумінової речовини підсилює дію азотного добрива і, як наслідок, зростає врожайність. Так, приріст урожайності на ділянках, які удобрювались сумішами аміачної селітри + гумісол-прима, карбаміду + гумісол-прима, КАС + гумісол-прима становив 10, 16 та 21%, відповідно, відносно показника врожайності, отриманого з ділянок, де вносили чисті азотні добрива. Максимальне збільшення врожайності (21%) отримано на ділянці, де в ґрунт вносили суміш КАС + гумісол-прима.

Таким чином, результати даного дослідження показали, що склад суміші КАС + гумісол-прима (1:1) виявився задовільним для посилення компонентів врожайності та для досягнення високого врожаю пшениці озимої сорту Подолянка. Присутні у суміші елементи живлення здатні забезпечити належний рівень поживних речовин, необхідний рослинам пшениці протягом всієї вегетації, а гуміновий препарат дозволяє скорегувати їх доступність для рослин. В цілому застосування гумату, як стимулятора росту у суміші з азотними добривами, дозволяє отримати збільшення врожаю за рахунок поліпшення всіх його структурних показників.

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Для розрахунку економічної ефективності вирощування озимої пшениці за різних варіантах 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 (%). Крім того, у Таблиці 5.1 представлена технологічна карта вирощування пшениці озимої з урахуванням переважної кількості витрат, у тому числі вартість всіх варіантів добрив, що досліджувались.

*Таблиця 5.1*

#### Технологічна карта вирощування пшениці озимої сорту Подолянка

| Види робіт                                                       | Сільсько-господарська техніка | Марка с/г обладнання | Заробітна плата, грн. | Витрата дизпалива, л | Загальна вартість, грн. |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>Основний обробіток ґрунту</b>                                 |                               |                      |                       |                      |                         |
| 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                   |
| <b>Передпосівний обробіток ґрунту та сівба</b>                   |                               |                      |                       |                      |                         |
| Передпосівна культивація 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                                        | Трактор                       | СЗ-5,4               | 220,0                 | 4,0                  | 337,0                   |

|                                                            |                   |        |       |     |         |
|------------------------------------------------------------|-------------------|--------|-------|-----|---------|
| внесенням добрив                                           | Т-150             |        |       |     |         |
| 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 паливо – 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 [55]. Слід зазначити, що основні витрати при вирощуванні пшениці за такими варіантами удобрення лягають на придбання та внесення добрив, особливо, гумінового препарату Гумісол-прима. Відносно висока вартість даного органічного добрива істотно вплинула на економічну ефективність процесу вирощування озимої пшениці, але його використання особливо у складі суміші з мінеральними добривами економічно виправдане, оскільки забезпечило отримання найвищого прибутку 20145 грн/га при застосуванні суміші КАС + Гумісол-прима, рентабельності виробництва становила 142%. (Таблиця 5.2).

Таблиця 5.2

**Економічна ефективність вирощування пшениці озимої сорту****Подольська 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, % |
|---------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
| Аміачна селітра                 | 5,45              | 9026                           | 10831                     | 24840                    | 14009            | 129,3                    |
| Карбамід                        | 5,51              | 9686                           | 11423                     | 25300                    | 14877            | 130,2                    |
| КАС                             | 5,61              | 10442                          | 11530                     | 26680                    | 15050            | 130,5                    |
| Аміачна селітра + гумісол-прима | 6,0               | 11546                          | 13181                     | 30360                    | 17179            | 135,8                    |
| Карбамід + гумісол-прима        | 6,40              | 11036                          | 13243                     | 31280                    | 18037            | 136,2                    |
| КАС + гумісол-прима             | 6,79              | 12347                          | 14187                     | 34312                    | 20145            | 142,0                    |

Таким чином, найбільшу економічну ефективність забезпечує впровадження в технологію вирощування пшениці озимої для удобрення ґрунту сумішей азотних добрив з гуміновим препаратом Гумісол-прима, оскільки врожайність за такого способу внесення поживних речовин значно вища і складає 6,0-6,79 т/га, ніж за використання традиційних мінеральних добрив (5,45-5,61 т/га).

Тому, в умовах Полтавщини озиму пшеницю економічно вигідніше вирощувати з використанням представлених сумішей, незважаючи на відносно високу вартість гумінових препаратів, оскільки отримані врожаї на ~21% перевищують ті, що отримані за використання лише мінеральних добрив. І це лише за двократного внесення вказаних сумішей, а якщо використовувати їх так, як рекомендує компанія-виробник – приріст врожаю буде значно більшим.

## РОЗДІЛ 6

### 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 [56, 57].

Органічне сільське господарство передбачає використання біологічних факторів підвищення природної родючості ґрунтів [58, 59], 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 [60]. 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 агроекосистемі він може бути витрачений порівняно швидко. Звідси випливає 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 зволожуються і пересихають, спостерігаються інтенсивні процеси фіксації калію добрив ґрунтом, внаслідок чого калій добрив перетворюється у необмінну форму. До того ж, наші чорноземи мають високу фіксуючу 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. [61]. 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 7**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

#### **7.1 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.

## **7.2 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-XII. 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 ПП 2.0.00-081-99;
3. Примірні інструкції з охорони праці під час виконання робіт з пестицидами і агрохімікатами ПП 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 [62].

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 і т.ін.

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 застосовування 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 застосовування 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.

### **7.3 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.

#### **7.4 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

добрих 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. Порядок повідомлення про випадки травмування і виявлені несправності обладнання, порушеннях технологічного процесу встановлюється керівником і прописані в Інструкції з охорони праці.

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

Таким чином, на підґрунті результатів трирічних досліджень щодо впливу систем удобрення на вміст основних елементів живлення у ґрунті та на продуктивність пшениці озимої, можна зробити такі висновки:

1. Суттєвий вплив на накопичення елементів живлення у ґрунті оказали суміші азотних добрив карбамід + гумісол-прима та КАС + гумісол-прима. При застосуванні суміші карбамід + гумісол-прима вміст лужногідролізованого азоту збільшується на 6,1%, загального азоту на 14%, рухомого фосфору на 18,8%, обмінного калію на 23% у порівнянні з використанням чистого карбаміду. Максимальне збільшення вмісту азоту, фосфору та калію у ґрунті спостерігали за внесення суміші КАС + гумісол-прима (1:1) у порівнянні з ділянками, де використовували чисту КАС: вміст лужногідролізованого азоту збільшився на 8,0%, загального азоту на 17%, рухомого фосфору на 24,1% і обмінного калію на 23%.
2. В процесі зростання та розвитку озимої пшениці на всіх варіантах удобрення з використанням сумішей азотних добрив з гуміновим препаратом спостерігається інтенсивне збільшення показників основних елементів структури врожайності з досягненням максимальних значень на ділянках, де застосовували суміш КАС + гумісол-прима. Використання такої суміші в порівнянні з ділянками, де рослини підживлювали лише КАС, сприяло збільшенню продуктивного кущення на 17,1%, маси зерна з однієї рослини на 22,4%, ваги 1000 зерен на 11%.
3. Всі запропоновані системи живлення на основі сумішей азотних добрив та гумінового препарату сприяють збільшенню врожайності пшениці озимої у порівнянні з обсягом врожаю, отриманого з ділянок за використання чистих азотних добрив. Найбільший врожай 6,79 т/га пшениці озимої було отримано на ділянці, де використовували суміш КАС + гумісол-прима

(1:1), на ділянці, де вносили КАС обсяг врожаю становив 5,61 т/га. Приріст врожайності – 21%.

4. Застосування суміші КАС + гумісол-прима забезпечує прибуток на рівні 20145 грн/га та рентабельності виробництва 142% у порівнянні з використанням чистої КАС.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

В умовах Полтавщини для формування сталої врожайності зерна пшениці озимої на рівні 6,8 т/га та отримання рентабельності на рівні 142% рекомендовано двократне використання суміші КАС + гумісол-прима (1:1) під час основного та передпосівного обробітку ґрунту.

### 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.* 2014. An assessment of nitrification inhibitors to reduce nitrous oxide emissions from UK agriculture. *Environ. Res. Lett.* 2014. Vol. 9. P. 115006.
4. Bakhmat M.I., Sendetsky I.V., Kozina T.V. *et al.* The influence of growth regulator and seeding rates on the formation of winter rape production in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Agrology.* 2019. Vol. 2. No 3. P. 189-193.
5. Craigie J.S. Seaweed extracts stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology.* 2011. Vol. 23. P. 371-393.
6. Шепілова Т.П. Вплив регуляторів росту на продуктивність сої в умовах Північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2019. № 3. С. 80-84.
7. Маренич М.М., Юрченко С.О. Посівні якості насіння сільськогосподарських культур залежно від застосування стимуляторів росту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2016. № 1-2. С. 18-21.
8. Shah M.T., Zodape S.T., Chaudhary D.R., *et al.* Seaweed SAP as an alternative liquid fertilizer for yield and quality improvement of wheat. *Journal of Plant Nutrition.* 2013. Vol. 36. No 2. P. 192-200.

9. Jindo K., Canellas L.P., Albacete A. *et al.* Interaction between Humic Substances and Plant Hormones for Phosphorous Acquisition. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. No 5. P. 640.
10. 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. *Innov Biosyst Bioeng*. 2022. Vol. 6. No. 1. P. 31–39.
11. Lotfi R., Kalaji H.M., Valizaden G.R. *et al.* Effects of humic acid on photosynthetic efficiency of rapeseed plants growing under different watering conditions. *Photosynthetica*. 2018. Vol. 56. No 3. P. 962-970.
12. 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. P. 217-224.
13. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. 2014. Vol. 383. P. 3-4.
14. Brown A.L., Jackson W.R., Cavagnaro T.R. A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. *Adv. Agron*. 2014. Vol. 124. P.37.
15. Dobbs L.B., Canellas L.P., Olivares F.L. *et al.* Bioactivity of Chemically Transformed Humic Matter from Vermicompost on Plant Root Growth. *J Agric Food Chem*. 2010. Vol. 58. No 6. P. 3681-3688.
16. Bezuglova O.S., Gorovtsov A.V., Elena A. Polienko E.A., *et al.* Effect of humic preparation on winter wheat productivity and rhizosphere microbial community under herbicide-induced stress. *Journal of Soils and Sediments*. 2019. Vol. 19. P. 2665–2675.
17. Olaetxea M., De Hita D., Garcia C.A., *et al.* (2018) Hypothetical framework integrating the main mechanisms involved in the promoting action of rhizospheric humic substances on plant root- and shoot- growth. *Appl Soil Ecol*. 2018. Vol. 123. P. 521–537.

18. Mariani L. & Ferrante A. Agronomic management for enhancing plant tolerance to abiotic stresses-drought, salinity, hypoxia, and lodging. *Horticulturae*. 2017. Vol. 3. P. 52.
19. Taspinar M.S., Aydin M., Sigmaz B., Yildirim N., Agar G. Protective role of humic acids against Picloram-induced genomic instability and DNA methylation in *Phaseolus vulgaris*. *Environ Sci Pollut Res*. 2017. Vol. 24(29). P.22948–22953.
20. Jindo K., Olivares F.L., Malcher D.J.D.P., *et al.* From Lab to Field: Role of Humic Substances Under Open-Field and Greenhouse Conditions as Biostimulant and Biocontrol Agent. *Front Plant Sci*. 2020. Vol. 11. P.426.
21. Zanin L., Tomasi N., Cesco S., Varanini Z., Pinton R. Humic substances contribute to plant iron nutrition acting as chelators and biostimulants. *Front Plant Sci*. 2019. Vol. 10. P. 1-10.
22. Yoon H.Y., Jeong H.J., Cha J-Y. *et al.* Structural variation of humic-like substances and its impact on plant stimulation: Implication for structure-function relationship of soil organic matters. *Science of the total Environment*. 2020. Vol. 725. P.138409.
23. Trevisan S., Francioso O., Quaggiotti S., Nardi S. Humic substances biological activity at the plant-soil interface: from environmental aspects to molecular factors. *Plant. Signal. Behav*. 2010. Vol. 5(6). P. 635-643.
24. Akhtar K., *et al.* Effect of humic acid and crop residues on soil and wheat nitrogen content. *American Journal of Plant Science* 5.9. 2014. P. 1277-1284.
25. Sharma S.H., Fleming C., Selby Ch., *et al.* Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*. 2014. Vol. 26. P. 465-490.
26. Mirzamasoumzadeh B., *et al.* “A comparison study on humic acid fertilizers effect on initial growth stages on four wheat cultivars”. *Annual Biological Research* 3.10. 2012. P. 4747-4750.

27. Shahryari R. Economic and biological yield assessment of wheat genotypes under terminal drought in presence of humic acid using stress tolerance indices. *IIOAB journal*. 2017. Vol. 7. P. 1-6.
28. Lipczynska-Kochany E. Humic substances, their microbial interactions and effects on biological transformations of organic pollutants in water and soil: a review. *Chemosphere*. 2018. Vol. 202. P.420–437.
29. Delfine S., *et al.* Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Journal of Agronomy and Sustainable Development* 25.2. 2005. P. 183-191.
30. Zymarioieva A., Zhukov O., Romanchuck L. *et al.* Spatiotemporal dynamics of cereals grains and grain legumes yield in Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 25. No 6. P. 1107-1113.
31. Wang D., Ding W., Feng S. *et al.* Stem characteristics of different wheat varieties and its relationship with lodging-resistance. *J Appl Ecol*. 2016. Vol. 27. P. 1496-1502.
32. Brunetti G., *et al.* Effects of amendment with treated and untreated olive oil mill waste waters on soil properties, soil humic substances and wheat yield. *Journal Geoderma*. 2007. Vol. 138(1-2). P. 144-152.
33. Bharali A., Baruah K.K., Bhattacharyya P. *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.
34. Manzoor A., Khattak R.A., Dost M. Humic acid and micronutrient effects on wheat yield and nutrients uptake in salt affected soils. *International journal of agriculture & biology*. 2014. Vol. 16. P. 991- 995.
35. Ahmad T., Khan R., Khattak T.N. Effect of humic acid and fulvic acid based liquid and foliar fertilizers on the yield of wheat crop. *Journal of Plant Nutrition*. 2018. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1527932>
36. Ghabbour E., Davis E., *et al.* Humic Substances: Nature's most versatile materials. *Taylor & Francis*, New York, 2004.

37. Peña-Méndez E.M., Havel J., Patočka J. Humic substances compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *J. Appl. Biomed.* 2005. Vol. 3. P.13-24.
38. 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. P. 2256.
39. Clapp C.E., Hayes M.H.B., Simpson A.J., Kingery W.L. The chemistry of soil organic matter. In *Chemical Processes in Soils*; Tabatabai, A., Sparks, D.L., Eds.; Book Series No. 8; Soil Science Society of America: Madison, WI, USA, 2005. P. 1–150.
40. Rupiasih N.N., Vidyasagar P. B. A Review: Compositions, Structures, Properties and Applications of Humic Substances. *Journal of Advances in Science and Technology.* 2005. Vol. 8. No. (I&II). P. 16-25.
41. Yoon H.Y., Jeong H.J., Cha J-Y. *et al.* Structural variation of humic-like substances and its impact on plant stimulation: Implication for structure-function relationship of soil organic matters. *Science of the total Environment.* 2020. Vol. 725. 138409.
42. Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Вотолін К.С., Андроханов В.А., Соколов Д.А., Дугаржав Ж., Исмагилов З.Р. Гуминові препарати: зв'язь структурно-групового складу і біологічної активності. *Вестник Кузбасского государственного технического университета.* 2018. № 5. С. 52–60.
43. Короткова І.В., Чайка Т.О. Роль гумінових препаратів та їх сумішей з мінеральними добривами в технологіях вирощування пшениці озимої: кол. моногр. за заг. ред. Т.О. Чайки «Екологоорієнтовані підходи відновлення техногенно забруднених територій і створення сталих екосистем». Полтава: Видавництво ПП «Астрія», 2022. С. 279-322.
44. Polat P.O.K., Cifci E. A., Yagdi K. Stability Performance of Bread Wheat (*Triticum aestivum*L.) Lines. *Journal of Agricultural Science and Technology.* 2016. Vol. 18. No 2. P. 553–560.

45. 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.
46. Školníková M., Škarpá 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.
47. 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.
48. 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.
49. 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
50. 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
51. Тарануха Г.И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур. Минск: ИВЦ Минфина, 2009. 420 с.
52. Дробыш А.В., Тарануха Г.И. Элементы структуры урожайности перспективных сортообразцов озимой мягкой пшеницы. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017. № 4. С.57-60.
53. Marenych M.M., Kaminsky V. F., Bulygin C. 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.

54. 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.
55. 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.
56. Чайка Т.О. Розвиток виробництва органічної продукції в аграрному секторі економіки України: моногр. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2013. 320 с.
57. Chaika T., Korotkova I., Barabolia O. *et al.* Technological peculiarities of the mustang and *Triticum dicoccum* (Schränk) Schuebl wheat cultivation according to organic farming standards. *International Journal of Botany Studies*. 2021. Vol. 6. No 6. P. 205-210
58. 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.
59. 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.
60. 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.
61. 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.

- 62.Лазорко О.В. Психологія професійної безпеки особистості: монографія.  
Луцьк: Вежа-Друк, 2016. 440 с.

## ДОДАТКИ

## АНОТАЦІЯ

**Адамчук С. В.** Формування врожайності пшениці озимої залежно від форм живлення.

Магістерська дипломна робота на здобуття ступеня вищої освіти  
Магістр.

**Кваліфікація:** магістр з агрономії за ОПП Екологічне рослинництво.

**Обсяг магістерської роботи:** 71 с., 7 табл., 62 літературних джерела.

**Об'єкт досліджень:** ґрунт, вміст основних елементів живлення, елементи структури врожаю, пшениця озима, суміші добрив, урожайність.

**Мета роботи:** встановлення ефективності впливу сумішей мінеральних добрив з гуміновим препаратом на динаміку вмісту основних елементів живлення (азоту, фосфору і калію) в ґрунті та врожайність зерна пшениці озимої.

**Результати та їх новизна:** являє собою наукове обґрунтування систем удобрення, до складу яких входять речовини гумінової природи, в технології вирощування пшениці озимої. Представлені варіанти сумішей добрив, які впливають на вміст основних елементів живлення в ґрунті та врожайність.

**Основні наукові та практичні результати:** Уперше в умовах Полтавщини досліджено та обґрунтовано вплив систем удобрення, що містять речовини гумінової природи сумісно з мінеральними добривами, на агрохімічні показники ґрунту та елементи структури врожайності та встановлено зв'язок із урожайністю пшениці озимої. За двократним застосуванням суміші КАС + гумісол-прима (1:1) під час основного та передпосівного обробітку ґрунту отримано врожайність пшениці озимої на рівні 6,8 т/га, рентабельність складає 142%.

**Галузь застосування:** 20 Аграрні науки та продовольство.

**Перелік ключових слів:** гуміновий препарат, елементи живлення, продуктивне кушення, маса зерна з колоса, економічна ефективність,

врожайність.

*Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування», присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели (30 вересня 2022 р.)*



**Адамчук Сергій Володимирович**

здобувач СВО Магістр за ОПП Екологічне рослинництво

**Короткова Ірина Валентинівна**

канд. хім. наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-0577-9634

**Ляшенко Віктор Васильович**

канд. с.-г. наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-0177-6209

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава

### **ВПЛИВ СУМІШЕЙ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ І ГУМІНОВИХ РЕЧОВИН НА ВМІСТ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В ҐРУНТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

Збалансоване живлення рослин макро- та мікроелементами контролює численні процеси обміну речовин та відіграє ключову роль у формуванні врожаю сільськогосподарських культур. Наразі активуються дослідження щодо розробки адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур для отримання високих урожаїв, підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища, зниження пестицидного навантаження та покращення мінерального живлення рослин. Серед цих стратегій актуальним є використання різного роду стимуляторів росту синтетичного або природного походження.

Стимулятори росту – це речовини, які сприяють зростанню, живленню та метаболізму рослин за допомогою механізмів, які остаточно не встановлені, але які, безумовно, відрізняються від тих, що стосуються дії добрив. Вони надходять до рослини в дуже низькій кількості, але її виявляється достатньо для того, щоб викликати в рослині корисні ефекти. Стимулятори росту не здатні забезпечити рослину будь-якою поживною речовиною або замінити її, але вони стимулюють здатність рослин краще засвоювати поживні речовини та використовувати їх для первинного та вторинного метаболізму та виробництва біомаси, допомагають рослинам подолати умови стресу, викликаючи регуляцію ферментативних і неферментативних антиоксидантних систем.

Найбільш вивченою категорією стимуляторів природного походження є, ймовірно, гумінові речовини, незважаючи на те, що досі є багато не встановлених аспектів стосовно механізмів їх взаємодії з рослинами. Біологічна активність гумінових речовин у ґрунті та рослинах, яка відповідає за

стимулювання росту рослин, наразі стає актуальною в контексті сталого сільського господарства, яке вимагає вирішення основних проблем забруднення навколишнього середовища та економічних витрат, пов'язаних із внесення добрив, водночас запобігаючи компромісу врожайності та якості [1–2].

Тривалий час одним із найефективніших засобів збільшення урожайності та поліпшення якості окремих параметрів продукції рослинництва були мінеральні добрива, завдяки використанню яких можна було досягти зростання врожайності багатьох зернових культур в середньому на 40–50 %. Водночас мінеральні добрива істотно впливають на навколишнє природне середовище, особливо через забруднення компонентів екосистем хімічними агентами.

Вирішити ці проблемні аспекти – збільшення врожайності і зменшення забруднення екосистеми хімічними речовинами, що надходять від мінеральних добрив – можна шляхом застосування сумішей добрив з гуміновими речовинами. Удобрення ґрунту такими сумішами виконує не тільки функції живлення рослин, але сприяє їх мобілізації в ґрунті в доступну для рослин форму [3]. Рослинам практично байдуже, що є джерелом елементів живлення – тверда фаза ґрунту або внесені добрива. Важливо, щоб вони знаходилися в ґрунті в достатній кількості і оптимальному співвідношенні.

Експериментально доведено, що комбіноване застосування органічних, мінеральних та гумінових добрив сприяє збільшенню врожайності пшениці в середньому на 20–22 % [4] та позитивно впливає на вміст поживних речовин і органічного вуглецю в ґрунті, а також може зменшити негативну дію нестачі вологи на 20 % [5].

Природні гумінові кислоти малодоступні рослинам (нерозчинні у воді), а після мінералізації гумусу (при переході у прості мінеральні сполуки) стають доступними у вигляді солей натрію, калію, амонію, завдяки чому суттєво зростає їх біологічна активність.

На сьогодні на ринку представлений широкий спектр гумінових препаратів від різних виробників. Одне з лідируючих місць, серед виробників біологічних добавок для ґрунту і стимуляторів росту рослин, займає американська компанія SoilBiotics, але на теперішній час на ринок гумінових препаратів заходять і вітчизняні виробники, оскільки в нашій країні є безліч природних джерел для виробництва таких добрив.

В даній роботі ми використовували гуміновий препарат Гумісол-прима в сумішах з аміачною селітрою, карбамідом та карбамідно-аміачною сумішшю, тобто азотними добривами з різним вмістом азотного компонента. Дослідження показали, що внесені форми добрив мали істотний вплив на вміст основних елементів живлення в ґрунті орного шару, а саме, суттєво підвищили вміст

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 дослідів.

#### 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

№ СС00493014/000001-22

засвідчує, що

**Адамчук Сергій Володимирович**

взяв(-ла) участь

у Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції на тему  
«Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій  
вирощування», присвяченій пам'яті професора Г.П. Жемели, яка відбувалася  
30 вересня 2022 року, в обсязі 6 годин

**В. о. ректора**

30.09.2022 р.



м. Полтава

**Валентина АРАНЧІЙ**