

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ,
СЕЛЕКЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ**

Кафедра рослинництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ Й ЯКОСТІ ЗЕРНА
ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПІ Еколого-економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
денної форми навчання
Бахір Анатолій Анатолійович

Керівник: ЛЯШЕНКО Віктор Васильович,
кандидат с.-г. наук, доцент

Рецензент: Міщенко Олег Вікторович,
кандидат с.-г. наук, професор

Полтава – 2024 року

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	5
РОЗДІЛ 1 ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ (огляд літератури)	8
1.1 Потреби пшениці твердої ярої у мінеральному живленні	8
1.2 Вплив добрив на врожайність та якість зерна пшениці твердої ярої	12
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1 Місце проведення досліджень	19
2.2 Ґрунтові умови господарства	19
2.3 Погодні умови місця проведення дослідження	20
2.4 Методика проведення досліджень	24
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
3.1 Формування структури врожаю пшениці твердої ярої залежно від удобрення	26
3.2 Вплив добрив на врожайність пшениці твердої ярої	29
3.3 Якість зерна пшениці твердої ярої за різних норм удобрення	32
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	37
РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	40
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	43
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48
ДОДАТКИ	57
АНОТАЦІЯ	66

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Пшениця тверда яра (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) – цінна продовольча культура, з якої отримують високоякісне борошно для виробництва макаронних виробів і круп з високою харчовою цінністю. Зерно пшениці твердої має унікальні властивості – твердість, високий вміст білка та міцність клейковини. На якісні показники зерна впливають ґрунтово-кліматичні умови, генетичний потенціал сорту, агротехніка вирощування.

Пшениця тверда є основною культивованою зерновою культурою в Середземноморському регіоні, охоплюючи до 2/3 усього світу. Тверда пшениця вирощується на 17 млн га в усьому світі, що становить близько 8 % від загальної площі пшениці та 6 % від виробництва її зерна. Річне світове виробництво цієї культури у 2024 році становило 31,4 млн т на рік, тоді як з України експортується продукції на 589 млн дол.

Прогнозується, що до 2050 року чисельність населення світу зросте до 9,1 млрд, що на 34 % перевищує поточну чисельність населення, а це, в свою чергу, обумовлює актуальність виведення зернових культур, у тому числі пшениці твердої, з підвищеною врожайністю й якісними показниками. Сучасні сорти пшениці твердої ярої можуть забезпечити врожайність в 4,5–5,0 т/га та, на відміну від озимих форм пшениці твердої, характеризуються достатньо високою пластичністю та стабільністю до умов довкілля, коротким вегетаційним періодом. Це дозволяє вводити культуру в структуру сівозмін в усіх зонах України та використовувати як страхову культуру для пересіву загиблих посівів пшениці озимої.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – визначити вплив удобрення на формування врожайності й якості зерна пшениці твердої ярої.

Для досягнення поставленої мети програмою дослідження очікувалось вирішити наступні завдання:

- проаналізувати потреби рослин пшениці твердої ярої у мінеральному живленні;

- встановити вплив удобрення на врожайність та якість зерна пшениці твердої ярої;
- дослідити структуру врожаю пшениці твердої ярої залежно від удобрення;
- оцінити вплив добрив на врожайність і якість зерна пшениці твердої ярої;
- здійснити оцінку економічної ефективності технології вирощування пшениці твердої ярої з використанням добрив.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єкт дослідження – процес формування врожайності й якості сортів пшениці твердої ярої в залежності від сорту, удобрення й особливості їх взаємодії за різних погодно-кліматичних умов.

Предмет дослідження – пшениця тверда яра сортів Чадо й Ізольда, добрива, врожайність і якість зерна, економічна ефективність технології вирощування.

Методи досліджень: польовий метод використано для визначення дії та взаємодії факторів, що досліджуються; лабораторно-аналітичний – визначення біометричних показників структури врожаю, врожайності й якості зерна пшениці ярої; порівняльно-розрахунковий – обрахунку економічної ефективності технології вирощування дослідних сортів пшениці твердої ярої.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше дослідним шляхом розглянуто формування врожайності й якості зерна пшениці твердої ярої сортів Чадо й Ізольда в польових умовах фермерського господарства в Глобинському районі Полтавської області. Доведено, що норми застосування мінеральних добрив, сортові особливості та погодно-кліматичні умови мали значний вплив на елементи продуктивності дослідних сортів пшениці твердої ярої, рівень врожайності й якості зерна. Визначено, що найбільш продуктивним є сорт пшениці Ізольда, який відрізняється підвищеними потребами до забезпечення рівня мінерального живлення, характеризуючись при цьому високою адаптацією до стресових факторів. Виявлено, що внесення добрив позитивно впливає на клас якості зерна, а отже й на його конкурентоспроможність, економічну та господарську ефективність. У результаті вирощування пшениці твердої ярої повинно ґрунтуватись на аналізі

потреб у мінеральному живленні рослин залежно від погодно-кліматичних умов, сортових і ґрунтових особливостей, регулюватись агротехнікою вирощування.

Практичне значення одержаних результатів обумовлено їх можливим подальшим застосуванням сільськогосподарськими виробниками з метою підвищення врожайності й якості зерна сучасних сортів пшениці твердої ярої в умовах Лісостепу України з урахуванням удобрення.

Особистий внесок здобувача. За консультації наукового керівника означено мету роботи, завдання до програми досліджень і їх методи вирішення. Виконувачем кваліфікаційної роботи опрацьовано та проаналізовано літературні джерела відповідно до обраної тематики; визначено й обґрунтовано напрямки досліджень; впорядковано програму та визначено необхідні методики її виконання; реалізовано польові та лабораторні дослідження; оброблено й організовано результати експериментальних досліджень; згідно з даними аналізу здійснено висновки і надано пропозиції для виробництва; впорядковано наукову роботу до друку.

Апробація результатів роботи. Визначальні положення кваліфікаційної роботи були представлені для обговорення на засіданні кафедри рослинництва Полтавського державного аграрного університету (ПДАУ) та Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції на тему: *«Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г.П. Жемели»*, яка відбулась 30 вересня 2024 року в ПДАУ.

Публікації. Ляшенко В.В., Бахір А.А. Вплив системи удобрення на врожайність і якість зерна пшениці твердої. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г.П. Жемели* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (Полтава, 30 верес. 2024 р.). Полтава : ПДАУ, 2024. С. 49–52.

Структура та обсяг роботи. Випускна робота розміщена на 47 сторінках комп'ютерного набору, містить 3 рисунки та 5 таблиць. Робота складається з загальної характеристики роботи, шести розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, додатків.

РОЗДІЛ 1

ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ (огляд літератури)

1.1 Потреби пшениці твердої ярої у мінеральному живленні

Пшениця тверда (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) – єдиний тетраплоїдний вид пшениці промислового значення, який широко культивується на сьогодні [1]. Зерно цієї культури використовується в різних країнах світу для кількох харчових продуктів (високоякісних макарон, кус-кус, бездріжджового хлібу, булгур тощо [2]) завдяки його унікальним якостям, таким як твердість, високий вміст білка та міцність клейковини [3].

Поглинання рослиною поживних речовин є складним процесом, який знаходиться в залежності від генетичних, сортових і біологічних особливостей культури, фізичних, агрохімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, погодно-кліматичних умов і агротехніки вирощування. Таким чином, умови мінерального живлення є важливими факторами у формуванні врожаю, оскільки позначаються на хімічному складі рослин і регулюють обмінні процеси [4].

Було встановлено, що в пшениці твердій кількість білка й якість клейковини значною мірою відповідають за так звані характеристики варіння макаронів *al dente*, тоді як жовті пігменти та такі окислювальні ферменти, як ліпоксигеназа, поліфенолоксидаза та пероксидаза впливають на колір макаронних виробів [5]. Продукти з пшениці твердої, як правило, вимагають великих склоподібних ядер з високим вмістом білка, хорошим жовтим пігментом і сильною або середньою міцністю клейковини [6]. Отже, у процесі вирощування пшениці твердої виробники мають орієнтуватись на якісні та кількісні показники зерна, тоді як сама культура не вимагає складної технології вирощування та може культивуватись в усіх районах України, окрім гірських областей [7].

Не дивлячись на те, що пшениця тверда як в Україні, так і в світі, належить до нішевих культур через незначні загальні площі під її вирощуванням, ця культура має великий потенціал збільшення обсягів виробництва й експорту продукції з неї [8].

Зерно пшениці твердої ярої характеризується особливим складом і високими хлібопекарськими та круп'яними якостями, вміщує більше за пшеницю озиму протеїну – до 15–18 %, клейковини – 28–40 % [9, 10]. Тому вона є єдиним джерелом сировини для виготовлення макаронних виробів найвищої якості, що характеризується високою міцністю, бурштиново-жовтим кольором, низькою засвоюваністю, незначною втратою речовин при варінні, приємним смаком і харчовою цінністю [11].

Продуктивність пшениці ярої та хімічний склад зерна можуть значно змінюватись. Так, зерно пшениці твердої містить дуже багато цінних елементів – вітаміни (РР, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉), клітковину, вуглеводи (фруктозу, глюкозу, лактозу), білки, ненасичені жири, макро- (калій, кальцій, магній, натрій, фосфор) і мікроелементи (залізо, марганець, мідь, селен, цинк) [12]. Визначено, що їх вміст залежить від природних факторів – температури повітря та кількості опадів впродовж вегетаційного періоду, географічного розташування місця вирощування, ботанічних характеристик сортів зерна, типу ґрунту, агротехніки вирощування [13, 14].

Врожайність і якість зерна пшениці твердих сортів в значній мірі залежить від забезпечення рослин впродовж всієї вегетації елементами мінерального живлення, на які впливають насичення ґрунту макро- і мікроелементами, погодні умови і агротехніка вирощування, сортові особливості тощо [15]. Накопичення рослинами поживних речовин відбувається впродовж всього періоду їх вегетації, але потреба в них неоднакова в різних фенологічних фазах. Рослини мають періоди, коли максимально використовують поживні речовини і в достатньо стислі строки поглинають велику кількість мінеральних елементів з ґрунту. Також рослини мають критичні періоди, коли зростає потреба в елементах живлення [16].

Необхідно враховувати, що за умови використання інтенсивних сортів пшениці твердої збільшуються потреби в поживних речовинах, оскільки вони мають вищі вимоги до умов живлення. Оскільки формувати високі врожаї можуть лише за умови збалансованого та повного забезпечення поживними речовинами [17].

До основних мінеральних елементів, які мають бути присутні при внесенні добрив для пшениці твердої, включають [18]:

Азот (N) – ключовий елемент, що стимулює ріст і повноцінний розвиток пшениці. Він допомагає рослині сформувати зелену вегетативну масу й забезпечує енергію задля синтезу білків. Рекомендовано вносити азотні добрива перед сівбою чи на початку вегетаційного періоду, що допомагає рослинам покрити потрібний запас азоту.

Фосфор (P) необхідний для розвитку в рослини кореневої системи, впливає на формування зерна. Внесення фосфорних добрив перед сівбою забезпечує здорове зростання рослин і покращує їх врожайність.

Калій (K) впливає на регулювання водного балансу та підвищує стійкість до стресу рослин, необхідний для формування зерна. Завдяки внесенню калію напередодні формування зерна допомагає підвищити якість й кількість урожаю.

На відміну від того, що спостерігалось в пшениці м'якій [19], селекція твердої пшениці викликала збільшення загального поглинання азоту, необхідного для підтримки збільшення врожайності й індексу врожаю [20]. Зерно має вищу концентрацію азоту, ніж солома, і більша частка сухої речовини, що виділяється на зерно внаслідок збільшення індексу врожайності, була, отже, причиною збільшення загального поглинання N, незважаючи на паралельне зниження відсотка білка в зерні [21].

Найбільш сприятливий результат від внесених добрив можливий за встановлення правильного поєднання поживних речовин. Якщо існує надлишок азоту в ґрунті, відбувається подовження вегетаційного періоду пшениці, формуються значно слабкі механічні тканини стебла рослини, які

вилягають, відбувається погіршення співвідношення між надземними органами та кореневою системою культури, що негативно позначається на її посухостійкості [16].

Найбільшим небажаним є нестача фосфору відносно азоту в посушливих зонах [22]. За достатнього забезпечення рослин фосфором відбувається формування потужної кореневої системи та генеративних органів. Якщо ж має місце нестача фосфору, відбувається слабкий розвиток кореневої системи рослин, затримується їх розвиток і формування колосків, коренева система слабка, стебла тонкі, листки мають менший розмір і темніший колір, ніж звичайно.

Калій не сильно впливає на обсяг врожаю, однак дуже значно – на його якість, оскільки підвищує стійкість до хвороб. Якщо є нестача калію, коли відбувається інтенсивний ріст, то жовкнуть верхні темно-зелені листки, а потім і нижні. За дефіциту калію корені додаткових пагонів можуть або не розвиватися взагалі, або не розростатися [23].

Для отримання зерна пшениці твердої ярої з високим вмістом білка, потрібно покрити вимоги рослин у фосфорному і калійному живленні та високому азотному. Застосування добрив лише в передпосівний строк не завжди дозволяє досягненню поліпшення якості зерна, навіть і за використання високих норм [24].

Систематичне внесення добрив приводить до певних змін у співвідношенні між калієм і азотом, фосфором і азотом у рослинах пшениці. За внесення на фоні гною помірної дози мінеральних добрив, підвищується співвідношення $K:N$, $P_2O_5:N$, як у зерні, так і в цілому в рослині. Так само велика кількість мінеральних добрив на фоні гною знижує взаємовідношення $P_2O_5:N$ [25].

Також важливим є використання мікроелементів – залізо, марганець, мідь і цинк. В результаті дефіциту будь-якого з них можуть відбутись порушення фізіологічних процесів рослин і, навіть, зниження врожайності [18].

Таким чином, рослини пшениці твердих сортів дуже вимогливі до мінеральних добрив, що здатні забезпечити необхідними поживними речовинами задля оптимального зростання, повноцінного розвитку та формування потенційного врожаю.

1.2 Вплив добрив на врожайність та якість зерна пшениці твердої ярої

Встановлено, що мінеральні добрива або комбіновані органічні та неорганічні добрива мають значний сприятливий вплив на виробництво продуктів харчування в усьому світі та є незамінним компонентом багатьох сільськогосподарських систем [26]. Низька продуктивність рослин також пов'язана з низьким використанням добрив (азоту, фосфору) та недостатнім внесенням органічної речовини [27].

Пшениця тверда яра є вимогливою до умов живлення. Потреба пшениці ярої в поживних елементах протягом доби є більшою, ніж в озимої, що обумовлено більш коротким періодом вегетації. Початок вегетації пшениці ярої вимагає фосфорного живлення, тоді як найбільша потреба азоту – у період між фазами виходу в трубку і молочний стан зерна, потреба в калію – між фазами вихід в трубку і цвітіння. Згідно з вітчизняними дослідженнями на формування 1 т/га врожаю зерна та відповідної кількості побічної продукції рослини цієї культури виносять в середньому із ґрунту: азоту – 30 кг, фосфору – 17 кг і калію – 20 кг [28–30]. Рівень виносу елементів живлення відбувається в широкому діапазоні, що залежить від агрохімічних показників ґрунту, внесених добрив і величини врожайності [31].

Дослідженнями [32] визначено потреби в поживних речовинах сучасними сортами пшениці твердої ярої з метою визначення нормування добрив під плановий урожай. Розраховано, що витрати на утворення 1 т зерна з 1 га в умовах східної частини Лісостепу України відрізняються за сортами і становлять наступну кількість поживних речовин: для Династії – 24–33 кг N, 8–13 кг P₂O₅, 10–14 кг K₂O; Жізель – 26–37 кг N, 9–15 кг P₂O₅ та 10–14 кг K₂O; Ізольди – 23–31 кг N, 7–12 кг P₂O₅ та 12–13 кг K₂O; Спадщини – 22–32 кг N, 9–14 кг P₂O₅ та 10–12 кг K₂O; Новації – 26–39 кг N, 9–14 кг P₂O₅ та 11–14 кг K₂O. Найбільший винос поживних речовин відбувається під час колосіння й зменшується до стадії повної стиглості зерна [33].

Якість зерна пшениці знаходиться під впливом добрив і ґрунтово-кліматичних умов. Розробляючи систему удобрення необхідно враховувати, що безпосередній вплив використаних мінеральних добрив здійснюється на хімічний склад зерна та, перш за все, відбивається на кількості азотовмісних сполук у ньому. Вважається, що чим більше сирої клейковини та білка в зерні пшениці, тим воно краще [34, 35]. Однак збільшення кількості внесених мінеральних добрив не завжди сприяє збільшенню білка в зерні. Залежність може бути як пряма, коли зі збільшенням доз добрив підвищується кількість білка в зерні [36, 37], так і зворотна, коли зі збільшенням доз добрив підвищується врожайність пшениці, а масова частка білка в зерні знижується, що пов'язано з генетичною особливістю деяких сортів [38, 39]. Надмірні дози N, P і K спричиняють їх надлишкове нагромадження, котре не приймає участі у проходженні фотосинтетичних реакціях з утворення органічної речовини [40]. В інших дослідках залежність між дозами добрив, що вносяться, і вмістом білка в зерні не спостерігається [41].

Стверджується, що якість пшениці твердої значною мірою залежить від вмісту білка в зерні, який значною мірою залежить від генотипу та впливає на навколишнє середовище, особливо доступність азоту (N) у ґрунті [42]. Таким чином, управління внесенням азотних добрив дає можливість підвищити вміст протеїну пшениці та інші відповідні якості. За даними [43] масова частка білка у

вирощеному зерні є функцією загального поглинання азоту, розподілу азоту та сухої речовини в зерні. Дослідники [44] також вказали, що вміст білка нижче 12 % або крохмалю у зернах вище 20 % є ознакою того, що виробнику пшениці потрібно використовувати більше азотних добрив або краще контролювати внесення азоту.

Також кількість білка у зерні пшениці твердої знаходиться під суттєвим впливом погодних умов і мінерального живлення рослин: його менше у вологі роки, ніж у сухі. При цьому існують дані, що більшу ефективність мінеральні добрива мають у вологі роки, тоді як в посушливі роки їх дія зменшується. Так, в умовах Півдня України внесенні азотні добрива позитивно впливали на врожайність зерна культури, їх ефективність дуже залежала від погоднокліматичних умов. У посушливих роках відмічено менший приріст урожайності, ніж у вологі, що відповідало тенденції з масовою часткою білка та клейковини в зерні [45].

За даними наукових досліджень [46] азотні добрива за норми N_{60} сприяють збільшенню масової частки білка в зерні пшениці твердої ярої, однак за збільшення дози до N_{90} не отримали переваг щодо збільшення білка.

За підвищення норми азотного живлення відбувається збільшення врожайності, масової частки білка та клейковини, однак незначні дози ($N = 20 \dots 30$) не допомагають збільшенню цих показників. Дроблення норми внесених азотних добрив на два рази (під передпосівну культивуацію, для підживлення у вегетаційній фазі виходу в трубку) не має переваг ні у показниках врожайності, ні якості зерна у порівнянні з разовим внесенням [47].

У дослідженні [48] встановлено, що азотні та фосфорні добрива показали квадратичну та лінійну реакцію на врожайність зерна відповідно. Застосування 270/52,5 кг N/P на 1 га дало перевагу врожайності на 655 % порівняно з неудобреним. Лінійна реакція врожайності зерна на внесення фосфорних добрив свідчить про те, що оптимального агротехнічного показника досягти не вдалося.

Результати [49] показали, що єдиним впливом норми азотних добрив було лінійне збільшення маси 1000 зерен, твердість зерна й індекс клейковини за високої норми азоту. З іншого боку, було виявлено, що взаємодія між нормою азоту та середовищем вирощування суттєво впливає на якість зерна; масова частка білка в зерні, вологість, суха клейковина та індекс клейковини були вищими на ділянці з низьким вмістом вологи у поєднанні з внесенням азоту 92 кг/га, ніж на ділянці з високим вмістом вологи навіть за вищої норми азоту. Результати цього дослідження показали, що вищезазначені якісні ознаки будуть помітно змінені за допомогою азотних добрив, тому тверду пшеницю слід вирощувати в умовах низької вологості. Однак твердість зерна та маса 1000 зерен були вищими на ділянці з високим вмістом вологи. Тому агроном повинен враховувати вплив азотних добрив, навколишнього середовища, а також їх взаємодію, щоб оптимізувати якісні ознаки.

Вміст білка та врожайність зерна пшениці твердої часто негативно корелюють [50, 51]. Порівняння між старими (нижча врожайність зерна та вищий відсоток білка в зерні) та сучасними (протилежна комбінація) сортами виявило дисбаланс між збільшенням загального поглинання азоту та збільшенням числа зерен на m^2 (основний визначальний фактор урожайності зерна). Причина цього компромісу пов'язана з селекцією. У сучасних сортах досить обмежене джерело азоту розбавляється високою кількістю зерен [52]. Азот зерна частково надходить із азоту, поглиненого до цвітіння, який ремобілізується в зернах із органів старіння, а частково – з поглинання азоту після цвітіння. Схоже, що хороша здатність поглинати N після цвітіння наділяє сорт здатністю максимально використовувати сприятливі погодні умови навесні, поєднуючи високий вміст N у зерні з високою врожайністю зерна [53, 54]. Характеристики, які покращують поглинання азоту після цвітіння, це висока потенційна маса зерна [55] і тривала активність кореня після цвітіння [54].

Збільшення доз азотних добрив спричиняє збільшення клейковини та білка в зерні, тоді як на фоні азотних дози фосфорних добрив не позначаються, а дози калійних – навпаки скорочують уміст цих показників. При цьому, азотні добрива

сприяють зменшенню вмісту крохмалю в зерні, тоді як фосфорні та калійні добрива, як правило, сприятливо позначаються на ньому. На вміст клітковини, цукрів і жиру в зерні добрива не мають впливу, однак існує динаміка до їх зменшення за умови збільшення доз внесених азотних добрив [56].

Дослідженнями виявлено, що за внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{40}K_{40}$) не відбувається збільшення врожайності, тоді як передпосівне внесення достатньо невисокої дози азотних добрив (N_{40}) сприяє збільшенню урожайності пшениці ярої на 3 ц/га [57]. Також фосфорно-калійні добрива незначно сприяли зміні маси 1000 зерен і натурі, а за внесення збільшених норм азоту ($N=120\dots240$ кг/га) спостерігалось зменшення цих показників. Застосування фосфорно-калійних добрив за норми $P_{90}K_{60}$ спостерігалось зменшення вмісту білка, клейковини, склоподібності зерна, тоді як внесення на цьому фоні азотних добрив з 60 до 180 N кг/га призвело до збільшення рівня цих показників. Показник урожайності зерна також збільшувався тільки завдяки внесенню азотних добрив ($N=60\dots120$ кг/га), але збільшення норм азотних добрив ($N=180$ і $N=240$ кг/га) призводило до зменшення урожайності зерна [58].

Внесені фосфорно-калійні добрива не спричиняють вплив на вміст у зерні клейковини та білка. Підвищення їх ефективності вимагає поліпшення азотного фону через внесення підвищених норм азотних добрив [59].

Значного збільшення вмісту в зерні білка та клейковини було отримано за внесення 120 N кг/га на фосфорно-калійному фоні 90 P кг/га і 60 K кг/га [47]. За цих умов живлення одержано найбільшу врожайність пшениці ярої за високих інших показників якості зерна.

Зростання та розвиток рослин пшениці, накопичення й обмін органічних речовин, процеси живлення, урожайність та якість зерна перебувають у залежності від тривалості періоду активної вегетації, коли середньодобова температура повітря вище $+10^{\circ}C$. Отримання потенційно високої врожайності зерна стає можливим за умов оптимального поєднання всіх факторів. Тільки за якісного та своєчасного здійснення агротехнічних заходів в повній мірі можливо забезпечити потреби рослин у поживних речовинах і вологі [60].

Ефективність використання добрив досягається тільки за дбайливого аналізу та врахування особливостей їх дії відносно до певних природних умов [61, 62].

Використання рослинами всіх поживних речовин з добрив і азоту в тому числі, залежить від певних факторів: кількості азоту в ґрунті; вміст сірки в ґрунті; агротехнічних заходів; погодно-кліматичних умов; генетичних і сортових характеристик культури; стану посівів [40, 57, 63].

Внесення значних доз мінеральних добрив є причиною зростання концентрації ґрунтового розчину, неефективності витрат поживних речовин на первинних етапах онтогенезу, активного росту, непродуктивних витрат води з ґрунту. За незбалансованого надмірного азотного живлення в умовах дефіциту вологи відбувається значне зменшення врожайності [64].

За результатами досліджень в умовах центрального Лісостепу на типовому чорноземі та в степовій зоні України засвідчили наявність агрономічної, економічної й екологічної доцільності одночасного внесення мінерального добрива в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до сівби пшениці ярої [46].

Стверджується, що всі мінеральні добрива доцільніше вносити під час основного обробітку ґрунту, а не підживлення. Це пов'язано з тим, що інтенсивна мобілізація поживних речовин відбувається на чистих парах з мертвого запасу ґрунту. Мінеральні добрива стають ефективними тільки у сукупності з іншими факторами: обробітком ґрунту, своєчасній сівбі, нормам висіву, боротьбі з бур'янами, шкідниками та хворобами тощо. За проведення достатнього основного удобрення вважається недоцільним подальше підживлення пшениці ярої [57].

Окрім позитивного впливу, мають місце негативні наслідки збільшення доз азоту – вилягання рослин, ураження хворобами, подовження періоду вегетації, зменшення інтенсивності фотосинтезу, диспропорція щодо розподілу поживних речовин в утворенні вегетативної маси та генеративних органів, формуванні зернівки. Враховуючи, що азотні добрива найбільш сильно впливають на врожайність сільськогосподарських культур, ніж інші

види добрив, їх неправильне використання має негативний вплив не тільки на якість і врожайність зерна, а й на навколишнє середовище [65, 66].

Негативний вплив надлишково внесених мінеральних добрив на природне середовище проявляється у найрізноманітніших формах. Так, потрапляння макроелементів з добрив у підґрунтові води призводить до їх евтрофікації, а випаровування азоту в атмосферний простір негативно впливає на мікроклімат. За неправильного використання добрив відбувається погіршення колообігу і балансу поживних речовин, агрохімічних властивостей і родючості ґрунту, погіршується якість продукції та зменшується врожайність сільськогосподарських культур. Постійне використання мінеральних добрив призводить до накопичення в ґрунті натрію, хлору, фтору, а ще шкідливих для людини, тварин і рослин важких металів – ртуті, свинцю, кадмію тощо [28].

Аналіз літературних джерел дозволяє констатувати, що для отримання високих і стабільних урожаїв зерна пшениці твердої ярої високої якості, необхідно забезпечити збалансоване живлення рослин. Збільшити виробництво зерна високої якості й потенційної кількості можна тільки через забезпечення достатнього обсягу поживних речовин у ґрунті, згідно з етапами органогенезу, що сприяє ефективному використанню добрив і дозволяє регулювати фізіолого-біохімічні й агрохімічні процеси в рослинах.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Місце проведення досліджень

Полеві дослідження проведено впродовж 2022–2024 рр. у ґрунтово-кліматичних умовах біля села Василівка Семенівський селищній раді Кременчуцького району Полтавської області. Місцезнаходження села Василівка – лівий берег безіменної невеликої річки, яка впадає в річку Хорол через 2 км, а на відстані 1 км вище за течією розташоване село Брусове.

Місцерозташування села Василівка за географічними координатами: 49.55727 пн. ш., 33.31844 сх. д.

2.2 Ґрунтові умови господарства

Рельєф місцевості, де розташовані дослідні поля, представляє собою рівнинно ґрунтове плато з балками. Ґрунт на дослідних ділянках класифікується як чорнозем опідзолений на карбонатному лесі, котрий містить наступні морфологічні ознаки:

- на глибині 0–40 см – горизонт верхній гумусоелювіальний – темно-сірого кольору, структура орного шару грудочко-пиловидна, в підорному – зерниста, має важкосуглинковий механічний склад, що поступово переходить до наступного генетичного чорнозему;

- на глибині 20–30 см – перехідний горизонт верхньої частини – темно-сірого кольору, структура орного шару грудочко-пиловидна, в підорному – зерниста, має важкосуглинковий механічний склад, що поступово переходить до наступного чорнозему;

- на глибині 30–40 см – перехідний горизонт нижньої частини – елювіальний, щільний, брудно-бурого кольору, за структурою призмовидний з полуторними окисами заліза, що помітно переходить до слабоелювіальної породи.

Материнська порода ґрунту – лес з пилюватоважкосуглинковим механічним складом палевого забарвлення.

Характеристики орного шару ґрунту мають наступні агрохімічні показники: гумус – 4,7 % (низький); рН ґрунту (сольовий) – 6,8 (нейтральна); азот (N) – 185,94 мг/кг (середній); фосфор (P₂O₅) – 54,11 мг/кг (середній); калій (K₂O) – 141,15 мг/кг (підвищений).

Природна рослинність головним чином представлена луговим степом з частим чергуванням масивів кущів і лісів. На глибині 20–22 м залягають ґрунтові води.

2.3 Погодні умови місця проведення дослідження

Тривалість вегетаційного періоду сільськогосподарських культур знаходиться під впливом погодних умов, які тим самим визначають процес формування елементів продуктивності, що відбувається на основних етапах органогенезу. Згідно з дослідженнями [67] між погодно-кліматичними умовами, що мають місце в певні роки, і тривалістю вегетації є дуже тісний кореляційний зв'язок на рівні $r=0,99$. Визначальну роль у формуванні розміру врожаю та його якості мають водний і температурний режими. Отже, аналіз погодно-кліматичних умов, дефініція їх впливу на зростання, розвиток і формування врожаю сільськогосподарської культури містить практичне та теоретичне значення. Завдяки подібним дослідженням можна скорегувати окремі елементи виробничої технології вирощування, особливо строки сівби, що дозволяє підвищити продуктивність і врожайність культур.

Впродовж періоду здійснення досліджень 2022–2024 рр. метеорологічні умови значно коливались і найбільш сприятливим для культивування пшениці

твердої ярої виявився 2022 р., тоді як 2024 р. – найбільш несприятливим за весь період. Середньомісячні показники температур повітря й опадів упродовж вегетаційного періоду пшениці (березень – серпень) наведені на рис. 2.1 і 2.2.

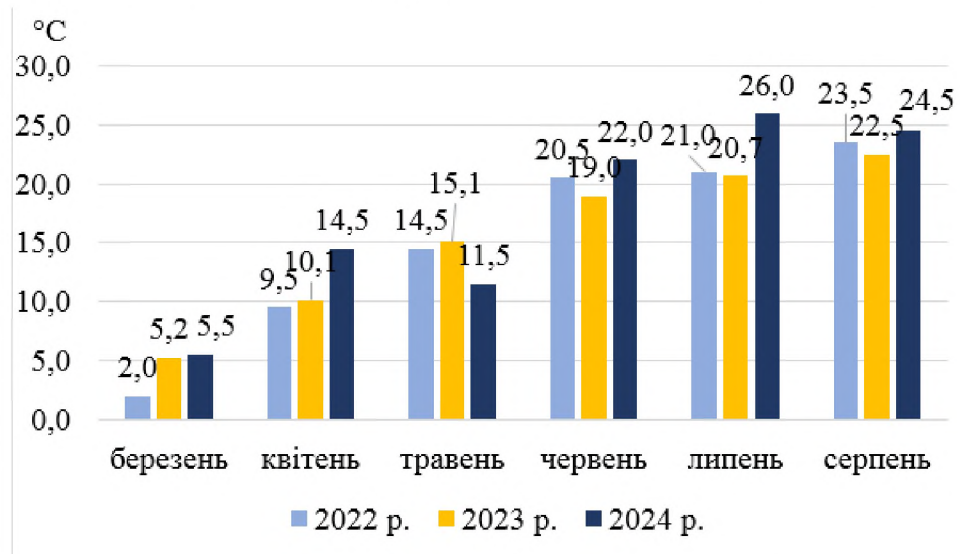


Рис. 2.1. Середньомісячні показники температури повітря протягом вегетаційного періоду пшениці твердої ярої за 2022–2024 рр. [авторські дослідження]

Аналіз метеорологічних умов за роки досліджень засвідчили, що погодні умови характеризувалися щорічними змінами температури повітря і кількості опадів впродовж одного місяця у різні роки.

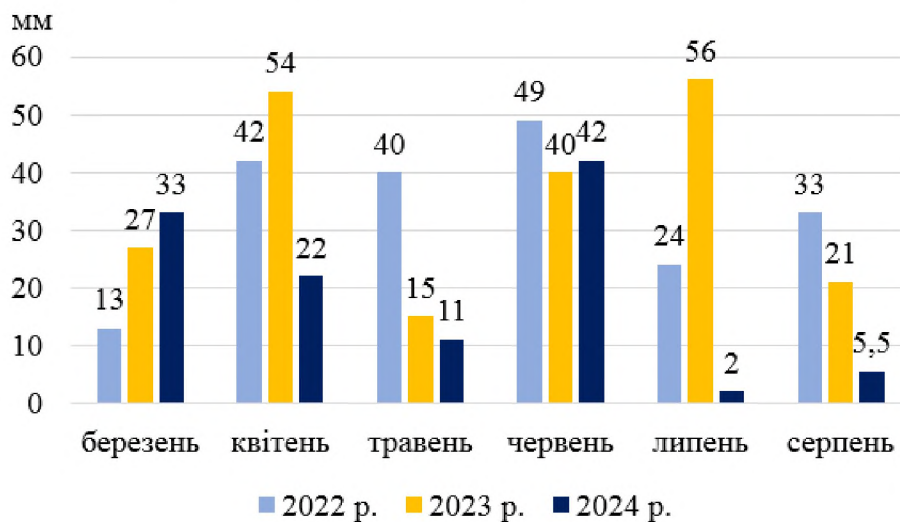


Рис. 2.2. Середньомісячні показники кількості опадів протягом вегетаційного періоду пшениці твердої ярої за 2022–2024 рр. [авторські дослідження]

Як видно з рис. 2.1 сівба у 1 декаді березня супроводжувалась сприятливим температурним режимом, що продовжувався протягом всієї весни. При цьому найбільш теплими були березень 2023–2024 рр., квітень 2024 р. і травень 2022–2023 рр. При цьому влітку найбільш помірні температури були у 2023 році, а максимальні – в 2024 р.

За показниками забезпечення вологи кожного року спостерігається нерівномірність і значні коливання (див. рис. 2.2). Так, у 2022 р. протягом вегетаційного періоду випало 201 мм опадів, тоді як у 2023 і 2024 р. – відповідно 106,0 % і 57,5 % від його рівня.

Для більш детального аналізу метеорологічних умов розраховано гідротермічний коефіцієнт зволоження (ГТК), як важливого чинника впливу на врожайність культур [68]:

$$\text{ГТК} = \frac{R}{0,1 \sum T'}$$

де R – сума середньомісячних опадів за температури вище $+10^\circ\text{C}$, мм; $\sum T'$ – сума активних температур вище $+10^\circ\text{C}$ протягом місяця, $^\circ\text{C}$.

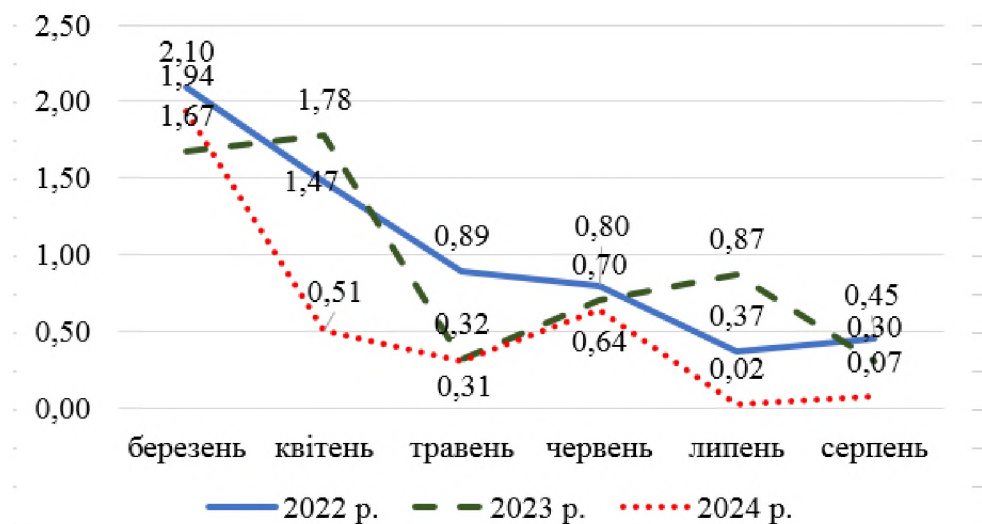


Рис. 2.3. Динаміка гідротермічного коефіцієнту зволоження впродовж вегетаційного періоду пшениці твердої ярої, 2022–2024 рр.

[авторські розрахунки]

За розрахованим ГТК можна оцінити ступінь зволоження: занадто сильна посуха коли менше 0,4; сильна посуха – 0,4–0,5; середня посуха – 0,6–0,7; слабка посуха – 0,8–0,9; достатньо волого – 1,0–1,5; надмірно волого – вище 1,5.

За даними рис. 2.3 видно, що у березні 2022–2024 рр. було надмірно волого (ГТК від 1,67 до 2,10), а в квітні – достатньо (ГТК = 1,47) та надмірно волого (ГТК = 1,78) у 2022 і 2023 рр. відповідно, і середній рівень посухи (ГТК = 0,51) в 2024 р. 3 травня місяця у 2024 році мала місце дуже сильна посуха (ГТК від 0,02 до 0,31, за винятком червня), коли випала недостатня кількість опадів на фоні високих середньомісячних температур

Відомо, що пшениця яра достатньо вимоглива до вологи, особливо у фазі кущення та виходу в трубку. За достатнього рівня вологи в ґрунтах рослина здатна витримати збільшення температури до +30 °С без втрат для врожаю. Пшениця тверда завдяки кращій поглинальній здатності кореневої системи є більш стійкою до ґрунтової посухи, тому здатна краще переносити повітряну посуху. Однак, вона дуже чутлива щодо вмісту вологи у міжфазний період кушіння – вихід в трубку. За нестачі вологи в цей період виникає зростання кількості безплідних колосків. Взагалі, вегетаційний період пшениці ярої за вологоспоживанням можна розглядати наступним чином: 5–7 % у фазі сходів, 15–20 % – кущення, 50–60 % – стеблуння–колосіння, 20–30 % – молочної стиглості, 3–5 % – воскової [69].

За вказаних вимог рослини отримали кращі умови розвитку у 2023 р., а найгірші – у 2024 р.

Підсумовуючи, доцільно відзначити, що аналіз метеорологічних умов за період проведення дослідів засвідчує кращі умови розвитку та росту рослин пшениці твердої ярої дослідних сортів у 2023 р., а найгірші – у 2024 р., що по-різному вплинуло на продуктивність культури залежно від удобрення.

2.4 Методика проведення досліджень

Полеві досліді закладено та проведено згідно з загальноприйнятими в землеробстві та рослинництві методами [70] за трикратного повторення. Розмір дослідних ділянок: посівної – 80 м², облікової – 50 м². Агротехніка вирощування пшениці твердої ярої здійснювалась відповідно до зони вирощування. Попередник у сівозміні – горох.

Об'єктом дослідження обрано два сорти пшениці твердої ярої – Чадо (оригінація – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН) й Ізольда (оригінація – Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла Української академії аграрних наук).

Таблиця 2.1

Сортові характеристики дослідних сортів пшениці твердої ярої [побудовано за 71, 72]

Рік реєстрації	Рекомендована зона вирощування	Стійкість, бал	Маса 1000 зерен, г	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	Врожайність, ц/га
Чадо						
2004	Лісостеп	посухи – 7,8, вилягання – 7,9, хвороб – висока	41,4	14,5– 16,5	34,0– 36,0	до 55,0
Ізольда						
2004	Лісостеп, Полісся	посухи – стійкий, вилягання – середньостійкий, осипання – стійкий, борошнистої роси – 8,0, іржі бурі – 8,0	45,0– 50,0	16,6	36,0– 39,0	54,2–57,0

Обробіток ґрунту проводився шляхом закриття вологи та передпосівної культивування на глибину 3–4 см. Посів пшениці твердої ярої здійснено у першій декаді березня за температури ґрунту +2–3 °С. Передпосівне протруєння насіння здійснено Гаучо Плюс 466 FS (0,3 л/т) і Ламардор Про 180 FS (0,5 л/т).

Норма висіву пшениці твердої сорту Чадо – 4,5 млн/га, а сорту Ізольда – 6,0 млн/га. Насіння загорнуто на глибину 3–5 см, а потім проведено коткування.

Для протидії бур'янам у другій половині дня проведено боронування зубовими боронами по сходах рослин у фенологічній фазі 4–5 справжніх листків. Збір пшениці твердої ярої виконано комбайном SAMPО-500 шляхом прямого комбайнування.

Програмою дослідів передбачалось вивчити дію добрив на продуктивність, врожайність і якість зерна дослідних сортів пшениці. Поставлені завдання було вирішено за допомогою проведення польових і лабораторних дослідів.

Схема дослідів передбачала внесення різноманітних доз добрив, що накладалися на дослідні сорти: 1) контрольний варіант; 2) $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3) $N_{60}P_{60}K_{60}$. Фосфорні (P_2O_5) та калійні добрива (K_2O) внесено під основний обробіток ґрунту восени, тоді як азотні (N) – під передпосівну культивуацію навесні.

Польові дослідів закладено та виконано згідно з методикою проведення польових досліджень:

- елементи продуктивності визначено з двох несуміжних повторень за допомогою методу відбору пробних снопів: кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен, маса зерна з колоса;

- врожайність зерна визначено поділяночно з використанням методу суцільного обмолоту прямим комбайнуванням.

- показники якості зерна відповідно до ДСТУ 3768-2019 «Пшениця. Технічні умови» [73]: білок – ГОСТ 10846-91, склоподібність – ГОСТ 10987-76, натура зерна – ДСТУ 4233:2003 і ДСТУ 4234:2003, число падіння – ДСТУ ISO 3093:2019.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Формування структури врожаю пшениці твердої ярої залежно від удобрення

До визначальних властивостей будь-яких сортів сільськогосподарських культур належать продуктивність, якість і стабільність їх формування у просторі та часі. Виробнича цінність сортів пшениці розглядається через їх екологічну стійкість, як один з основних критеріїв. Утворення врожаю пшениці ярої відбувається відповідно до генотипу, який взаємодіє з довкіллям. Комплексний прояв властивостей і ознак впливає на рівень урожайності певного сорту, що включають розвиток певних морфоструктурних елементів, серед яких важливу роль відіграє екологічна пластичність, котра визначається стійкістю рослин до екстремальних чинників середовища. В зв'язку з цим сорт, як біологічна система, розглядається в площині його реакції на існуючі екологічні умови та можливість реалізації генетичного потенціалу в визначеному екологічному районі [74].

Урожайність виступає як найважливіший комплексний показник господарської цінності культури, який об'єднує індивідуальну продуктивність рослини з біоценозним фактором та умовами довкілля. В результаті, тільки завдяки поєднанню цих факторів, можливо отримати високу продуктивність посівів сільськогосподарської культури, як результуючої ознаки факторіальної дії двох систем – потенційної продуктивності й екологічної стійкості [75].

Головна причина недостатнього врожаю пшениці ярої полягає у невідповідності потенціалу рослин до умов вирощування та низькій екологічній стійкості сортів. Однак задля отримання значних валових зборів зерна пшениці не достатньо тільки екологічної стійкості, важливого значення набуває потенційна урожайність сорту. Найважливіший фактор реалізації

потенційно можливої врожайності сорту пшениці – екологічна стійкість рослин. Оскільки стійкі та високі врожаї можливо отримати тільки за умови розміщення кожного конкретного сорту в найбільш сприятливому регіоні. Збільшення розмаїтості умов зовнішнього середовища формує вищу екологічну стійкість агроценозів, котра може бути створена за допомогою раціональних наборів сортів [57].

Одержання високих врожаїв якісного зерна пшениці твердої ярої визначається ґрунтово-кліматичними умовами та рівнем родючості ґрунту [76]. Сукупність цих факторів впливає на елементи продуктивності культури, зокрема на кількість зерен у колосі, масу зерна з колоса, масу 1000 зерен (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Елементи продуктивності пшениці твердої ярої дослідних сортів,
2022–2024 рр. [авторські розрахунки]**

Варіант досліджу	2022 р.			2023 р.			2024 р.		
	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г
Чадо									
Контроль	17,6	0,46	33,16	18,3	0,47	32,15	18,0	0,46	33,08
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	22,2	0,79	34,02	21,0	0,81	33,16	21,4	0,81	34,09
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	23,1	0,93	35,04	22,1	0,94	34,10	22,4	0,86	35,01
Ізольда									
Контроль	18,0	0,45	33,08	18,3	0,48	32,86	17,8	0,47	33,18
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	23,2	0,86	34,09	23,2	0,88	34,02	22,4	0,85	34,06
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	25,4	0,97	35,09	24,2	0,98	35,04	24,6	0,96	35,08

Продуктивність колоса, а отже й однієї рослини та посівів пшениці твердої ярої, в значній мірі залежить від кількості зерен на кожному колосі. В першу чергу це визначається генетично-сортними характеристиками, а в

другу – умовами живлення (наявністю поживних речовин), тепловим і водним режимами, які виникають на певних етапах органогенезу (особливо 5-му – 9-му), коли формуються квітки, пилок і маточки, відбувається запилення та запліднення.

Результати проведених досліджень засвідчили, що внесення мінеральних добрив позитивно впливає на кількість зерен в 1 колосі. За даними табл. 3.1 у 2022 р. цей показник у сорту Чадо набув максимального значення при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$ склав 25,4 шт., а у сорту Ізольда – 25,4 шт. На контрольні сортом Чадо сформовано 17,6 шт., а сортом Ізольда – 18,0 зерен у колосі. У 2023 і 2024 рр. в обох дослідних сортах виявлена аналогічна залежність цього показника. Максимальна кількість зерен сформована рослинами у варіанті за використання максимальної кількості добрив – 22,1 шт. (2023 р.) та 22,4 шт. (2024 р.) зерен сортом Чадо та відповідно 24,2 і 24,6 шт. сортом Ізольда.

Маса зерна з 1 колоса – це один з показників продуктивності, який у кінцевому наслідку визначає рівень врожайності. Результати проведених досліджень свідчать, що за внесення мінеральних добрив відбулось зростання маси зерна з колоса на 87–115 %. Так, на сорті Чадо в 2023 р. найбільша маса зерна з колоса отримана за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,94 г, тоді як маса на контролі – 0,47 г. У 2022 р. за цим сортом найбільша маса зерна з колоса отримана за тих же умов удобрення у розмірі 0,93 г, а в 2024 р. – 0,86 г.

Подібна тенденція за аналогічним показником характерна й для сорту Ізольда, коли максимальна масу зерна з рослини отримана впродовж усіх дослідних років за варіанту внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$. В залежності від року досліджень цей показник варіював від 0,96 г (2023 р.) до 0,98 г (2024 р.).

На формування врожайності визначальний вплив має маса 1000 зерен. Аналізуючи отримані результати можна відмітити, що цей показник у більшій ступені визначався нормами добрив, ніж погодно-кліматичними умовами протягом вегетації за роки проведених досліджень. Внесення добрив призвело до збільшення маси 1000 зерен порівняно з контролем для сорту Чадо від 2,6 % (застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$) до 6,1 % за умов внесення максимальної дози добрив

$N_{60}P_{60}K_{60}$. Для сорту Ізольда цей показник під впливом збільшення доз добрив зріс на 2,7–6,6 % з аналогічною тенденцією до попереднього сорту.

Максимальну масу 1000 зерен отримано в 2022 р. у сорту Ізольда – 35,09 г, тоді як у 2023 і 2024 рр. він склав відповідно 35,04 та 35,08 г. Сорт Чадо показав масу 1000 зерен трішки нижчою, яка становила за внесення максимальної дози мінеральних добрив – 35,04 г (2022 р.), на контролі – 33,16 г, у 2023 р. відповідно 34,10 та 32,15 г, а в 2024 р. – 35,01 та 33,08 г.

Таким чином, за результатами наших досліджень видно, що найкращі елементи структури врожаю впродовж дослідних років виявлено у сортів Чадо й Ізольда з внесенням мінеральних добрив за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$.

3.2 Вплив добрив на врожайність пшениці твердої ярої

Врожайність сільськогосподарських культур представляє собою інтегральний показник ефективності проведених агротехнічних заходів, що сформований під впливом елементів технології вирощування, кліматичних і ґрунтових умов, що зумовлюють продуктивність культури, визначають величину й якість майбутнього врожаю.

Дослідженнями визначено, що за умов достатньої вологозабезпеченості ґрунту мінеральні добрива впливають на врожайність культур достатньо сильно ($r = 0,98$). З метою підвищення врожайності необхідно враховувати потреби в поживних речовинах сільськогосподарських культур. Сучасні інтенсивні сорти є більш вимогливими до умов живлення й лише за повного забезпечення поживними речовинами в критичні фази росту та розвитку здатні сформувати потенційно високі врожаї з відповідною якістю [76].

Проаналізовані дослідження свідчать, що разом з рівнем мінерального живлення, на врожайність культур впливає такий малорегульований фактор, як ґрунтово-кліматичні умови.

Наші дослідження встановили позитивний вплив погодно-кліматичних умов на зростання та розвиток рослин пшениці твердої ярої, утворення врожайності зерна в 2023 р. (табл. 3.2). Це зумовлено найкращим поєднанням температурного та водного режимів, найбільше у період максимального зростання (див. рис. 2.1–2.3).

Таблиця 3.2

Врожайність дослідних сортів пшениці твердої ярої за різного рівня мінерального живлення, 2022–2024 рр. [авторські розрахунки]

Варіант досліджу	2022 р.			2023 р.			2024 р.		
	Урожайність, ц/га	Приріст урожайності,	Приріст урожайності, %	Урожайність, ц/га	Приріст урожайності,	Приріст урожайності, %	Урожайність, ц/га	Приріст урожайності,	Приріст урожайності, %
Чадо									
Контроль	18,3	-	-	18,4	-	-	16,8	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	32,1	13,8	75,4	32,2	13,8	75,0	28,2	11,4	67,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	43,4	25,1	137,2	46,8	28,4	154,3	40,0	23,2	138,1
Ізольда									
Контроль	18,3	-	-	19,1	-	-	17,1	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	32,6	14,3	78,1	36,4	17,3	90,6	31,3	14,2	83,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49,1	30,8	168,3	50,5	31,4	164,4	42,0	24,9	145,6

Так, у 2024 р. урожайність зерна пшениці твердої ярої сорту Чадо була найменшою і становила 16,8–40,0 ц/га в порівнянні з більш сприятливими попередніми роками. Найбільшою врожайність даного сорту була в 2023 р. – від 18,4 ц/га (контрольний варіант) до 46,8 ц/га при внесенні N₆₀P₆₀K₆₀, в 2022 р. – 18,3–43,4 ц/га відповідно.

Врожайність сорту Ізольда мала аналогічну динаміку, що характеризувалась наступними рівнями показника: 18,3–49,1 ц/га у 2022 р.,

19,1–50,5 ц/га у 2023 р., 17,1–42,0 ц/га у 2024 р., де найбільший рівень отримано при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Погодні умови 2024 року були менш сприятливими, однак сприятливий гідротермічний режим 2022 та 2023 рр. сприяв отриманню вищої врожайності дослідних сортів пшениці твердої ярої.

За отриманими даними спостерігався позитивний вплив застосування мінеральних добрив на зростання та розвиток рослин культури, що сприяло підвищенню врожайності. Виходячи з показників урожайності, доцільно зазначити, що збільшення норм добрив призводило до зростання врожаю. Подібна закономірність простежується на всіх дослідних сортах впродовж дослідних років.

Сорт Чадо за рівнем урожайності дещо поступався сорту Ізольда. Прирости врожайності сорту Чадо залежно від дозування добрив становили 11,4–28,4 ц/га впродовж усіх вегетаційних років за умови, що абсолютний показник урожайності 18,3–46,8 ц/га. Врожайність сорту Ізольда в залежності від дозування добрив збільшувалась на 14,2–31,4 ц/га за рівнів урожайності 18,3–50,5 ц/га впродовж 2022–2024 рр.

Таким чином, до найбільш продуктивних сортів пшениці твердої ярої з-поміж дослідних слід віднести сорт Ізольда, який відрізняється підвищеними потребами до забезпечення рівня мінерального живлення, характеризуючись при цьому високою адаптацією до стресових факторів.

3.3 Якість зерна пшениці твердої ярої за різних норм удобрення

Якість зерна пшениці твердої ярої перебуває під впливом практично всіх агротехнічних прийомів її вирощування, а найбільше – системи удобрення з урахуванням попередників у сівозміні, боротьби зі шкідниками, строків і способів збирання врожаю. У зв'язку з цим, вирішальною умовою отримання високоякісного зерна є дотримання рекомендованої сортової агротехніки відповідно до кожного виду пшениці твердої ярої. Особливим агротехнічним прийомом, який направлений на поліпшення якості зерна цієї культури – азотне підживлення [77].

Досліджено, що на більшість ознак якості зерна пшениці, включно зі вмістом білка, впливають генетичні й екологічні фактори [27]. Амплітуда змін масової частки білка в зерні знаходиться під впливом факторів, котрі не підлягають регулюванню (температура, сонячна радіація, опади, вологе повітря), становить 11 %, а тих, що можна регулювати (наприклад, агротехніка) – 8 % [76].

Важливими показниками якості зерна виступають – масова частка (вміст) білка, натура та склоподібність. Пшениця тверда яра характеризується вищим вмістом білка та високою склоподібністю, що є важливим для виробництва високоякісних макаронних виробів [78]. Це обумовлює жорсткіші вимоги до стандартизації класності зерна пшениці твердої за вмістом білка та домішок (зернової й сміттєвої), вологістю, натури, склоподібності та числу падіння [73, 79].

За результатами проведених досліджень видно, що на якість зерна переважний вплив здійснила система удобрення (табл. 3.3).

Взагалі можна відзначити, що якість зерна пшениці сорту Ізольда за наведеними показниками якості виявилась дещо вищою у порівнянні з зерном пшениці сорту Чадо

Як вже було визначено, вміст білка в зерні пшениці, особливо твердої, є одним з найважливіших показників. Проведені дослідження демонструють,

що якість зерна дослідних сортів пшениці здебільшого визначається системою удобрення (див. табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Якість зерна дослідних сортів пшениці твердої ярої, 2022–2024 рр.

[авторські розрахунки]

Варіант досліджу	Білок		Склоподібність		Натура зерна		Число падіння		Клас якості зерна
	%	клас	%	клас	г/л	клас	с	клас	
Чадо									
Контроль	10,1	5	50	3	722	4	88	5	5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	11,9	4	54	3	718	4	124	4	4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,2	2	60	2	731	3	174	3	3
Ізольда									
Контроль	10,4	5	51	3	730	3	98	5	5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	12,1	3	60	2	710	4	138	4	4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,8	2	62	2	732	3	188	3	3

Масова частка білка в зерні пшениці сорту Чадо за роки досліджень коливалась в середньому від 10,1 до 13,2 %, а в зерні пшениці Ізольда – від 10,4 до 13,8 %, що відповідає 2–5 класу якості. Керівництво формуванням якості за допомогою внесення норм мінеральних добрив у деяких варіантах дослідів дозволило одержати зерно 3 класу.

Збільшення доз внесення мінеральних добрив сприяло отриманню зерна пшениці твердої ярої вищого класу (3 і 4), ніж на контрольному варіанті (5 клас). За внесення N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ масова частка білка в зерні пшениці сорту Чадо склала 11,9 і 13,2 %, а для сорту Ізольда – 12,1 і 13,8 % відповідно. На контрольному варіанті (без удобрення) було одержано зерно 5 класу, оскільки вміст білка в зерні був у сорту Чадо 10,1 % та у сорту Ізольда 10,4 %.

Склоподібність зерна характеризує візуальне сприймання зовнішнього виду зерна, що обумовлено його консистенцією, густотою розміщення крохмальних

зерен, будовою ендосперму зерна [80]. Скловидне зерно відрізняється підвищеним умістом білка, що створюють клейковину високої якості, має високу вуглеводо-амілазну активність і високий вихід борошна [81].

Результати проведених досліджень свідчать, що дослідні сорти пшениці твердої ярої сортів Чадо й Ізольда характеризуються достатньо високим відсотком склоподібності, що відповідає 2–3 класу якості. Склоподібність зерна змінювалась як за сортами, так і залежно від системи удобрення від 50 до 62 %.

Значний діапазон варіації показника мав місце за різних варіантів удобрення. За внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ склоподібність зерна пшениці сорту Чадо становила 54 і 60 % відповідно, а для сорту Ізольда – 60 і 62 % відповідно. На контрольному варіанті (без удобрення) було одержано зерно зі склоподібністю у сорту Чадо 50 % та сорту Ізольда 51 %.

Натура зерна, що представляє його вагу певного об'єму (так звана насипна щільність), – один із найдавніших показників якості, який характеризує виповненість і шпаруватість зерна, що підтверджує завершеність процесів синтезу поживних речовин, а тому вміщує більше білків, ендосперму, крохмалю, цукрів [82]. Натура зерна вимірюється як маса 1 літра зерна в грамах, або маса 1 гектолітра у кілограмах за допомогою спеціального приладу – літрової пурки. Визначено, що вихід борошна прямо пов'язаний із натурою зерна: чим більше натура, тим більший вихід продукції. Натура зерна знаходиться під впливом вологості, яка змінює його фізичні властивості: за вищої вологості натура знижується і навпаки [83].

Натура зерна дослідних сортів пшениці змінювалась як за сортами, так і залежно від системи удобрення, яка показала більший діапазон варіації цього показника. Найкращий показник натури отримано у варіантах при внесенні добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ і дорівнював 731 г/л у сорту Чадо та 732 г/л у сорту Ізольда. Враховуючи ці значення зерно пшениці твердої ярої обох сортів належить до 3 класу згідно з ДСТУ 3768:2019 [73].

До одних з головних сертифікаційних показників щодо якості зерна належить число падіння. Він призначений для відображення активності альфа-амілази, яка визначає хлібопекарські властивості борошна та свідчить про непошкодженість зерен крохмалю [84].

За результатами проведених досліджень число падіння дослідних сортів зерна має таку ж тенденцію, як і попередні показники якості – відрізняється за сортами, але більше залежить від системи удобрення. Найкращий показник числа падіння отримано на варіантах дослідів при внесенні добрив за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ і складав 174 с у сорту Чадо та 188 с у сорту Ізольда. На контрольному варіанті число падіння було на рівні 88 і 98 с для сортів Чадо й Ізольда відповідно.

Показник, від якого в кінцевому результаті залежить ціна партії зерна, є його клас якості, яких існує 5 згідно з ДСТУ 3768:2019 [73]. У проведених дослідях залежно від системи удобрення (або без нього) зерно пшениці твердої ярої відноситься до 3, 4 і 5 класу якості (див. табл. 3.3). Так, у контрольному варіанті (без внесення добрив) зерно пшениці твердої ярої сортів Чадо й Ізольда відноситься до 5 класу якості. За внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ відбулось покращення показників, що дозволило віднести зерно обох сортів до 4 класу якості. Застосування добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ дозволило отримати зерно пшениці твердої ярої 3 класу якості.

Результати проведених досліджень засвідчили позитивну реакцію пшениці твердої ярої сортів Чадо й Ізольда як на удобрення, так і на зростання доз мінерального живлення. Отже, використання добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ дозволяє збільшити якісні показники пшениці твердої ярої: білка – на 30,7–32,7 % (до 13,2–13,8 %), склоподібність – на 20,0–21,6 % (до 60–62 %), натури зерна – на 0,3–1,2 % (до 731–732 г/л), число падіння – на 91,8–97,7 % (до 174–188 с). Інтегрована оцінка якості зерна була вищою у сорту Ізольда відносно сорту Чадо, який незначно поступався параметрами основних показників якості.

Комплексна оцінка якості зерна пшениці твердої ярої залежно від норм удобрення та сортових властивостей дозволяє зробити висновок, що керування процесом формування продуктивності й урожайності агроценозів

реально підвищувати клас якості зерна. В результаті підвищується конкурентоспроможність отриманої продукції, що впливає на економічну та господарську ефективність зернового виробництва.

Сорт пшениці, добрива та агротехніка, а також рівень родючості ґрунту, погодні умови – все це впливає на врожайність та якість зерна.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Основна мета діяльності сільськогосподарських підприємств полягає в отриманні максимально можливого обсягу продукції для забезпечення прибутковості, завдяки якій можна розвивати виробництво, запроваджувати сучасні прогресивні технології, оновлювати технологічний парк, закуповувати якісне насіння, заохочувати до підвищення продуктивності праці [85]. Необхідно відмітити, що зернове господарство є визначальною галуззю агропромислового комплексу, котра забезпечує продовольчу безпеку та сприяє розвитку експортного потенціалу країни, насичує сировиною інші галузі АПК й інші галузі виробництва (харчову, хімічну тощо). Це в кінцевому рахунку сприяє подальшому підвищенню рівня життя людей [86].

Для досягнення вищевказаного необхідно постійно збільшувати врожайність і покращувати якість вирощеного зерна всіх зернових культур, у тому числі й пшениці твердої ярої, за допомогою вдосконалення технології їх вирощування. У зв'язку з цим, нами поставлено завдання, ґрунтуючись на дослідженнях, обґрунтувати не тільки агробіологічні й екологічні, але й економічні аспекти використання різних елементів технології вирощування пшениці твердої ярої в умовах Лісостепу. Проведення економічної оцінки результатів досліджень здійснено згідно з загальноприйнятими методиками.

Для визначення економічної ефективності дослідних сортів пшениці твердої ярої й проведених агротехнологічних заходів для її вирощування використано наступні показники економічної ефективності виробництва: виробничі затрати, собівартість, вартість валової продукції, прибуток і рівень рентабельності.

Виробничі затрати на 1 га посіву та собівартість 1 т зерна пшениці твердої ярої, вирощеного з внесенням мінеральних добрив, розраховано з використанням складених технологічних карт і чинних методичних рекомендацій.

Чистий дохід (прибуток) представляє собою різницю між показниками – вартість врожаю та виробничі затрати. Рівень рентабельності визначено шляхом відношення розрахованого чистого доходу до виробничих витрат, що відображено у відсотках. Завдяки цьому показнику надається кількісна характеристика ефективності агротехнічного заходу, тобто ступінь його прибутковості.

Витрати на вирощування зерна за всіма варіантами досліджень розраховано на основі однакових нормативів, тарифів і цін. Вартість зерна визначено з урахуванням класу отриманого зерна пшениці твердої ярої: 3 клас – 8300 грн/т, 4 клас – 6900 грн/т, 5 клас – 6600 грн/т. Розрахунок економічної ефективності вирощування дослідних сортів пшениці твердої ярої засвідчив, що ці показники значно залежали від системи удобрення та класу зерна (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна оцінка вирощування пшениці твердої ярої дослідних сортів за різних систем удобрення [авторські розрахунки]

Показники	Чадо			Ізольда		
	Контроль	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
Урожайність, т/га	1,83	3,21	4,34	1,83	3,26	4,91
Ціна реалізації, грн/т	6600	6900	8300	6600	6900	8300
Вартість валової продукції, грн/га	12078	22149	36022	12078	22494	40753
Виробничі затрати, грн/га	8685	13470	15827	8685	13470	15827
Собівартість 1 т продукції, грн/т	4746	4196	3647	4746	4132	3223
Прибуток, грн/га	3393	8679	20195	3393	9024	24926
Рівень рентабельності, %	39,1	64,4	127,6	39,1	67,0	157,5

За розрахунками у табл. 4.1 можна зробити висновок, що системи удобрення позитивно впливають на економічну ефективність вирощеної пшениці твердої ярої дослідних сортів, тому що змінюється їх врожайність і ціна реалізації залежно від класу якості. Так, найбільший прибуток від вирощування зерна пшениці сортів Чадо й Ізольда отримано за внесення норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 20,2 і 24,9 тис. грн відповідно. Зі зменшенням внесених доз добрив відбулось і зменшення прибутку у 2,3 і 2,8 рази для сортів Чадо й Ізольда відповідно. На контрольну варіанті (без удобрення) виробничі витрати є найменшими (8,7 тис. грн), як і прибуток – 3,4 тис. грн для обох сортів.

Відповідна динаміка характерна й для рівня рентабельності, який є максимальним за умови внесення дози добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, і складає 127,6 і 157,5 % для сортів Чадо й Ізольда відповідно.

Таким чином, найбільш економічно ефективним є вирощування пшениці твердої ярої за удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$, що дозволяє збільшити врожайність у 2,4–2,7 рази та якість зерна, яка впливає на збільшення ціни реалізації. При цьому, найбільшу економічну ефективність показав сорт Ізольда відносно сорту Чадо за обох варіантів удобрення.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 р. № 2059-VIII, який введений після втрати чинності Закону України «Про екологічну експертизу» від 09.02.1995 р. № 45/95-ВР, зазначено, що вплив на довкілля представляє собою будь-які наслідки від планової діяльності для довкілля, котрі включають наслідки для безпеки життєдіяльності людей, їх здоров'я, фауни, флори, біорізноманіття, клімату, повітря, води, ґрунту, ландшафту, природних об'єктів і територій, історичних пам'яток й інших матеріальних об'єктів або для сукупності цих факторів [87].

Оцінка впливу на довкілля є обов'язковою в процесі прийому рішень про впровадження діяльності з ведення сільського господарства, оскільки може мати вагомий вплив на довкілля. Це стосується сільськогосподарського освоєння, рекультивациі та меліорації земель на територіях, що мають площу від 20 гектарів, або які розміщені на площі від 5 гектарів на територіях та об'єктах природно-заповідного фонду чи в їх охоронних зонах, а також передбачає будівництво меліоративних систем і поодиноких об'єктів інженерної інфраструктури цих систем [87].

Таким чином, під час сільськогосподарської діяльності необхідно враховувати, що ґрунти є незамінним ресурсом для забезпечення життя на планеті. Окрім того вони виконують захисну функцію для рослинності, атмосфери та природних вод. При виконанні захисної ролі ґрунти накопичують хімічні речовини, які можуть потрапити та забруднити гідросферу та вирощену рослинну продукцію, яка споживається безпосередньо людиною чи використовується для подальшого виробництва. До найбільш поширених забруднювачів ґрунту відносять: нафту та нафтопродукти, важкі метали, пестициди, фториди, галогени [88].

Ґрунти значно різняться за своєю стійкістю до хімічних забруднень.

Ґрунти мають потенціал стійкості до забруднення, що передбачає сукупність фізичних, біохімічних і хімічних процесів, що здатні сприяти зниженню токсичності речовин, що забруднюють, й їх розкладанню, а також природних властивостей ґрунту, котрі допомагають його відновленню.

Здібність ґрунтів до самоочищення знаходиться в залежності від багатьох показників, що взаємозв'язані. До основних з них належать [88]:

1) гранулометричний склад, котрий здійснює вплив на поглинальну здатність і буферність ґрунту, тепловий і водно-повітряний режими, співвідношення й інтенсивність процесів мінералізації та трансформації органічної речовини, акумуляцію, утворення та вимивання малорозчинних сполук токсикантів.

2) вміст гумусу та частку в ньому особливих гумусових сполук: гуміну, фульвокислот, гумінових кислот – елементів живлення, які здійснюють вплив на запаси, режим біологічного кругообігу, швидкість розкладання токсикантів;

3) щільність ґрунту, оскільки за його ущільнення підвищується опір до проникнення корневих систем рослин, погіршення водно-повітряного та живильного режимів, відбувається розвиток ерозійних процесів;

4) склад обмінних і поглинених катіонів, від яких залежать процеси перетворення, заміщення, розчинення й абсорбції токсичних елементів у твердій фазі ґрунту;

5) сольовий склад і реакція ґрунтового розчину, що діють на рух і накопичення токсикантів, прояв бар'єрів;

6) тепловий і водний режими, що впливають на акумуляцію та міграцію токсикантів;

7) повітряний режим, який впливає на відновлювальні й окислювальні процеси, які покращують мікробіологічні властивості та сприяють розкладанню токсикантів;

8) присутність ґрунтово-геохімічних бар'єрів, що здатні затримувати речовини, які забруднюють;

9) рельєф місцевості, котрий здійснює вплив на ґрунтоутворюючі породи, водний, тепловий і повітряний режими, хімічні та фізичні властивості ґрунту;

10) сільськогосподарське освоєння, що змінює родючість, впливає шляхом підвищення чи зниження процесів дефляції й ерозії.

У ґрунті відбуваються різноманітні взаємодіючі процеси, що визначають характер розподілу токсикантів: між живою речовиною та ґрунтовим розчином, твердою, газоподібною та рідкою фазами ґрунту. Хімічні властивості елементів відіграють важливу роль під час міграції у літосфері, до основних характеристик яких належить розчинність.

Висновки та пропозиції щодо покращення умов охорони навколишнього середовища для сільськогосподарського виробника:

1. Розширення організаційно-господарських, технічних, технологічних, біологічних і правових заходів з охорони природи, раціонального використання її багатств.

2. Не допускання при транспортуванні добрив перевалочної системи з заводу до поля.

3. Заміна суцільного внесення добрив локальним, що не наносить шкоди зовнішньому середовищу, є економічно доцільним.

4. Застосування машин, котрі забезпечують поверхневе внесення з рівномірним розсіюванням добрив.

5. Використання хімічних пестицидів під суворою регламентацією за строками, нормою витрат, концентрацією розчину, кратністю обробки, дотримання правил зберігання, транспортування та знищення.

6. Застосування хімічних пестицидів лише в тих випадках, коли рівень чисельності шкідників переважає економічний поріг шкодочинності. За можливості заміна їх на органічні або екологічно безпечні.

7. Збільшення площ під органічними сільськогосподарськими культурами.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

Обов'язковим і найважливішим елементом організації праці в Україні є її охорона в усіх галузях виробництва, враховуючи і сільське господарство. Охорона праці складається з цілої системи законодавчих актів, соціально-економічних, технічних, лікувально-профілактичних заходів і засобів, котрі направлені на забезпечення безпеки праці, працездатності людини, збереження її здоров'я в процесі праці [89].

Охорона праці в господарстві ґрунтується на законодавстві про працю, державних стандартах з безпеки праці, норм і правил охорони праці. До основних законодавчих документів належать:

1. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ [90].
2. Положення про службу охорони праці на підприємстві від 17.03.2000 р. № 13.
3. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 р. № 1240.
4. НПАОП 0.00-2.01-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою» від 26.01.2005 р. № 15.
5. Наказ Державної служби України з питань праці «Про стан виробничого травматизму, професійних захворювань та заходів, що вживаються територіальними органами Держпраці щодо зниження їх рівня» від 25.06.2021 р. № 90.
6. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України, затверджені наказом Міністерства аграрної політики та МНС України від 4.12.2006 р. № 730/770.

На дослідному господарстві діє система управління з охорони працею, але умови праці в сільському господарстві, рівень його безпеки і механізації завжди змінюються та потребують вдосконалення.

В господарстві робота з охорони праці проводиться чотирма ланками посадових осіб: а) директором; б) заступником директора господарської частини; в) інженером з техніки безпеки; г) керівниками конкретних

виробничих служб (агрономом, бригадиром, завідуючим майстернею та гаражем тощо).

Керівник установи та заступник керівника відповідають за охорону праці в цілому в господарстві та проводять такі заходи: розробка плану заходів з поліпшення умов праці; слідування за технічною справністю устаткування; контроль санітарно-гігієнічних умов праці; перевірка забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям й іншими засобами індивідуального захисту; контроль дотримання експлуатаційних правил і правил охорони праці всіма працівниками.

Інженер з охорони праці: проводить первісний інструктаж з техніки безпеки; слідує за введенням у виробництво механізації й автоматизації виробничих процесів, що підвищують безпеку праці та полегшують її; своєчасно організовує випробування та реєстрацію контрольно-вимірювальних приладів, піднімально-транспортних механізмів, апаратів і ємностей, що працюють під тиском; слідує за тим, щоб обслуговування тракторів, комбайнів й інших агрегатів проводилось лише працівниками, що мають посвідчення чи інші документи на допуск їх до самостійної роботи.

Керівники конкретних виробничих служб (агроном, бригадир, завідуючий майстернею та гаражем): здійснюють інструктаж щодо техніки безпеки на робочому місці; наглядають за функціональністю сільськогосподарської техніки, що застосовується в полі, на фермах, в гаражах, майстернях чи на інших ділянках. Ці посадові особи контролюють наявність і налагодженість будь-яких захисних установ, огорож і засобів індивідуального захисту, сліdkують за своєчасним забезпеченням ними працівників, перевіряють безпечність руху техніки з одного робочого місця на інше.

Заходи щодо покращення умов охорони праці в господарстві:

1. Вдосконалення стану техніки з обробітку ґрунту та наявності інструкцій на робочих місцях.

2. Підвищення контролю за виконанням заходів з охорони праці відповідно до законодавчих документів.
3. Повне забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.
4. Проаналізувати показники та причини виробничих травм і захворювань, запровадити заходи морального та матеріального заохочення за зразковий стан охорони праці на робочому місці.
5. Регулярна перевірка наявності та справності всіх засобів пожежогасіння на всіх виробничих ділянках.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Проведені польові та лабораторні дослідження й розрахунки економічної ефективності дозволяють визначити вплив удобрення на формування елементів продуктивності пшениці твердої ярої, врожайності й якості зерна дослідних сортів Чадо й Ізольда, що дозволяє зробити наступні висновки:

1. Визначено, що на елементи продуктивності пшениці твердої ярої впливають погодно-кліматичні умови, сортові характеристики та норми внесених мінеральних добрив. Так, максимальна кількість зерен сформована рослинами у варіанті з використанням добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 23,1 шт. (2022 р.), 22,1 шт. (2023 р.) та 22,4 шт. (2024 р.) зерен сортом Чадо та відповідно 25,4, 24,2 і 24,6 шт. сортом Ізольда. Маса зерна з колоса набула найбільшого значення за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ і становила 0,86-0,94 г (контроль – 0,46-0,47 г) для сорту Чадо й 0,96-0,98 г (0,45-0,48 г) для сорту Ізольда. Використання добрив також призвело до збільшення маси 1000 зерен порівняно з контрольним варіантом для сортів Чадо й Ізольда відповідно від 2,6 і 2,7 % (застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$) до 6,1 і 6,6 % за умов внесення максимальної дози добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$.

2. Встановлено, що найбільшу врожайність сорту Чадо отримано в сприятливому 2023 р. – від 18,4 ц/га (контрольний варіант) до 46,8 ц/га при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$, тоді як у несприятливому 2024 р. – 16,8–40,0 ц/га відповідно. Відповідну динаміку визначено й для сорту Ізольда - 18,3–49,1 ц/га у 2022 р., 19,1–50,5 ц/га у 2023 р., 17,1–42,0 ц/га у 2024 р., де найбільший рівень отримано при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$. Виявлено, що сорт Чадо за рівнем урожайності дещо поступався сорту Ізольда. Прирости врожайності сорту Чадо залежно від дозування добрив становили 11,4–28,4 ц/га впродовж усіх вегетаційних років, тоді як сорту Ізольда - 14,2–31,4 ц/га.

3. Аналіз якісних показників зерна підтвердив позитивний вплив удобрення на них. Так, за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ масова частка білка в зерні пшениці сорту Чадо склала 11,9 і 13,2 % (контроль – 10,1 %), а для

сорту Ізольда – 12,1 і 13,8 % (10,4 %) відповідно. Склоподібність зерна дослідних сортів теж збільшувалась за удобрення в нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ відповідно: Чадо – 54 і 60 % (контроль – 50 %), Ізольда – 60 і 62 % (51 %). Найкращий показник натуроти отримано у варіантах при внесенні добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$, який становив 731 г/л у сорту Чадо та 732 г/л у сорту Ізольда. Найкращий показник числа падіння отримано на варіантах дослідів при внесенні добрив за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ і складав 174 с у сорту Чадо та 188 с у сорту Ізольда при контрольних показниках – 88 і 98 с відповідно.

4. Економічна ефективність вирощування пшениці твердої ярої дослідних сортів залежала від врожайності й якості зерна, яка підвищилась до 3 і 4 класу з використання добрив. Так, найбільший прибуток від вирощування зерна пшениці сортів Чадо й Ізольда отримано за внесення норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 20,2 і 24,9 тис. грн відповідно. Отриманий рівень рентабельності є максимальним за умови внесення дози добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, і складає 127,6 і 157,5 % для сортів Чадо й Ізольда відповідно.

З урахуванням результатів і розрахунків проведених досліджень, підтвердження їх економічної ефективності, пропонується вирощувати пшеницю тверду яру в умовах Лісостепу сорту Ізольда з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ у два заходи: фосфорні та калійні – восени під основний обробіток ґрунту; азотні – навесні під передпосівну культивування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Shewry P. Increasing the health benefits of wheat. *FEBS Journal*. 2009. Vol. 276. P. 71–71.
2. Nachit M.M. Durum wheat breeding for Mediterranean dryland of North Africa and West Asia. In: Rajaram S., Saari E.E., Hettel G.P. (eds.). *Durum Wheats: Challenges and Oportunities*. Mexico, Ciudad Obregon : CIMMYT, 1992. P. 14–27.
3. Troccoli A., Borrelli G.M., DeVita P., Fares C., Di Fonzo N. Durum wheat quality: a multidisciplinary concept. *Journal of Cereal Science*. 2000. Vol. 32. P. 99–113.
4. Литвиненко М. Фактори впливу на виробництво озимої пшениці в Україні. *Пропозиція*. 2018. № 4. URL: <https://propozitsiya.com/ua/factory-vliyaniya-na-proizvodstvo-ozimoy-pshenicy-v-ukraine>.
5. Nachit M.M. Durum breeding research to improve dry-land productivity in the Mediterranean region. In: Rao S.C., Ryan J., et al eds, *SEWANA durum research network*. ICARDA editions, 1998.
6. Alemu H. Review paper on breeding durum wheat (*Triticum Turgidum* L. var. *durum*) for quality traits. *International Journal of Advanced Research and Publications*. 2017. Vol. 1, Is. 5. P. 448–455.
7. Особливості вирощування твердих сортів пшениці. URL: <https://agrosep mash.ua/uk/osoblivosti-viroshhuvannya-tverdix-sortiv-pshenici>.
8. В Україні прогнозується збільшення площ під твердою пшеницею. URL: <https://www.agronom.com.ua/tsogorich-v-ukrayini-prognozuyetsya-zbilshennya-ploshh-pid-tverdoyu-pshenytyeyu>.
9. Манько К.М., Усов О.С. Удобрення пшениці твердої ярої. *Агрономія Сьогодні*. 2017. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8881-udobrennia-pshenytsi-tverdoi-iaroi.html>.
10. Андрійченко Л.В. Шляхи підвищення врожайності та якості зерна пшениці ярої твердої на півдні України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. № 33. Вип. 1. С. 33–38.

11. Yield and quality of winter durum wheat grain depending on the fertiliser system / H. Hospodarenko et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25 (3). P. 16–25. doi: 10.48077/scihor.25(3).2022.16-2
12. From ancient to old and modern durum wheat varieties: Interaction among cultivar traits, management, and technological quality / M. Mefleh et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019. Vol. 99. P. 2059–2067. doi: 10.1002/jsfa.9388
13. Бараболя О.В., Латиш А.А. Перспективи вирощування пшениці твердої ярої для забезпечення внутрішнього споживання. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 64–68. doi: 10.31210/spi2024.27.01.11
14. Zörb C., Ludewig U., Hawkesford M.J. Perspective on wheat yield and quality with reduced nitrogen supply. *Trends in plant science*. 2018. Vol. 23 (11). P. 1029–1037. doi: 10.1016/j.tplants.2018.08.012
15. Андрійченко Л.В. Шляхи підвищення врожайності та якості зерна пшениці ярої твердої на півдні України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. № 33. Вип. 1. С. 33–38.
16. Кудрявицька А.М., Карабач К.С. Вплив добрив на вміст елементів мінерального живлення в рослинах пшениці озимої та ярої. *Plant and Soil Science*. 2020. Vol. 11. P. 68–77.
17. Хомовський Д.І. Вплив норм висіву та мінеральних добрив на урожайність пшениці ярої м'якої в умовах південно-західної частини Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 371–375.
18. Тверда пшениця: популярні сорти та особливості вирощування. URL: <https://agrosep mash.ua/uk/osoblivosti-viroshhuvannya-tverdix-sortiv-pshenici>.
19. Calderini D.F., Torres-León S., Slafer G.A. Consequences of wheat breeding on nitrogen and phosphorus yield, grain nitrogen and phosphorus concentration and associated traits. *Ann. Bot.* 1995. Vol. 76. P. 315–322.
20. Giunta F., Motzo R., Pruneddu G. Trends since 1900 in the yield potential of italian-bred durum wheat cultivars. *Eur. J. Agron.* 2007. Vol. 27. P. 12–24.

21. Sinclair T.R. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. *Crop Sci.* 1998. Vol. 38. P. 638–643.
22. Господаренко Г. Осіннє удобрення озимих зернових і зернобобових культур. *Пропозиція.* 2019. № 9. <https://propozitsiya.com/ua/osinnye-udobrennya-ozymyh-zernovyh-i-zernobobovyh-kultur>.
23. Господаренко Г. Агрохімія : підручник. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 560 с.
24. Кочмарський В., Кочмарський В., Солена В. Яра пшениця: адаптивність до стресу. *Зерно.* 2011. № 12. С. 14 –17.
25. Городній М., Мельник С., Малиновський А., Бондар О. Агрохімія. Київ : Вища школа, 2003. 775 с.
26. Hernández T., Chocano C., Moreno J.L., García C. Towards a more sustainable fertilization: combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2014. Vol. 196. P. 178–184.
27. Gerba L., Getachew B., Walelign W. Nitrogen fertilization effects on grain quality of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) varieties in central Ethiopia. *Agricultural Sciences.* 2013. Vol. 4, No. 3. P. 1–7. doi: 10.4236/as.2013.43019
28. Влох В.Г., Дубовський С.В., Кияк Г.С., Онищук Д.М. Рослинництво : підручник. Київ : Вища школа, 2005. 381 с.
29. Каленська С.М., Шевчук О.Я., Дмитришак М.Я., Козяр О.М., Демидась Г.І. Рослинництво : підручник. Київ, 2005. 502 с.
30. Рожков А.О. Яра пшениця у Східному Лісостепу України : монографія ; за ред. М. А. Бобро. Харків : Майдан, 2010. 232 с.
31. Шкатула Ю.М. Оцінка ефективності застосування елементів технології при вирощуванні озимої пшениці. *Polish journal of science.* 2020. № 25. С. 12–21.
32. Попов С.І., Цехмейструк М.Г., Манько К.М., Усов О.С. Використання основних елементів живлення сучасними сортами пшениці твердої ярої залежно від попередника і фону живлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2015. № 4. С. 6–9.

33. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. 588 с.
34. Determining the optimal N input to improve grain yield and quality in winter wheat with reduced apparent N loss in the North China Plain / G. Ma et al. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10, 181. doi: 10.3389/fpls.2019.00181
35. Wheat response to application methods and levels of nitrogen fertilizer: I. phenology, growth indices and protein content / G. Ullah et al. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2013. Vol. 12. Issue 4. P. 365–370. doi: 10.3923/pjn.2013.365.370
36. Impact of mid-season Sulphur deficiency on wheat nitrogen metabolism and biosynthesis of grain protein / Z. Yu et al. *Scientific Reports*. 2018. Vol. 8. Is. 1, 2499. doi: 10.1038/s41598-018-20935-8
37. Effect of irrigation and nitrogen application on grain amino acid composition and protein quality in winter wheat / P. Zhang et al. *Public Library of Science one*. 2017. Vol. 12. Issue 6, e0178494. doi: 10.1371/journal.pone.0178494
38. Hawkesford M. J. Reducing the reliance on nitrogen fertilizer for wheat production. *Journal of Cereal Science*. 2014. Vol. 59. Issue 3. P. 276–283. doi: 10.1016/j.jcs.2013.12.001
39. Deviation from the grain protein concentration-grain yield negative relationship is highly correlated to post-anthesis N uptake in winter wheat / M. Bogard et al. *Journal of Experimental Botany*. 2010. Vol. 61. Is. 15. P. 4303–4312. doi: 10.1093/jxb/erq238
40. Корчинська О.А., Корчинська С.Г. Еколого економічні аспекти використання засобів хімізації в сільському господарстві. *Економіка АПК*. 2015. № 7. С. 46–51.
41. Hřivna L., Kotková B., Buresova I. Effect of sulphur fertilization on yield and quality of wheat grain. *Cereal Research Communications*. 2015. Vol. 1. P. 1–9. doi: 10.1556/CRC.2014.0033
42. Gooding M.J., Devis W.P. Wheat production and utilization. Wallingford : CAB International, 1997.

43. Motozo R., Fosi S., Giunta F. Relationship between grain yield and quality of durum wheats from different eras of breeding. *Euphytica*. 2004. Vol. 140. P. 147–158. doi:10.1007/s10681-004-2034-5
44. Franzen D.W., Goos R.J. Fertilizing hard red spring wheat, durum, winter and rye. North Dakota State University Extension Service, 1997.
45. Лихочвор В.В. Рослинництво. Київ : Вища школа, 2004. 336 с.
46. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій : навч. посіб. Вінниця : ФОП Рогальська І. О. 2015. 448 с.
47. Каленська С.М., Каленський В.П., Антал Т.В., Гарбар Л.А. Якість зерна насіння, економічна та енергетична ефективність вирощування сортів пшениці твердої ярої. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва*. 2012. № 12. С. 95–101.
48. Grain yield and quality responses of durum wheat (*Triticum turgium* L. var. durum) to nitrogen and phosphorus rate in Yilmana Densa, Northwestern Ethiopia / A. Assefa, B. Derebe, N. Gebrie et al. *Heliyon*. 2023. Vol. 9. Is. 7, e17262. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e17262
49. Desta B.T., Eshetu S., Meseret A. Grain quality responses of durum wheat (*Triticum turgium* L. var. durum) to N fertilizer and seed rates. *Adv BioSci Bioeng*. 2024. Vol. 12 (3). P. 50–57. doi: 10.11648/j.abb.20241203.11
50. Giunta F., Pruneddu G., Motzo R. Grain yield and grain protein of old and modern durum wheat cultivars grown under different cropping systems. *Field Crops Res*. 2019. Vol. 230. P. 107–120.
51. Rharrabti Y., Villegas D., García del Moral L.F., Aparicio N., Elhani S., Royo C. Environmental and genetic determination of protein content and grain yield in durum wheat under mediterranean conditions. *Plant Breed*. 2001. Vol. 120. P. 381–388.
52. Acreche M.M., Slafer G.A. Variation of grain nitrogen content in relation with grain yield in old and modern spanish wheats grown under a wide range of agronomic conditions in a Mediterranean Region. *J. Agric. Sci*. 2009. Vol. 147. P. 657–667.

53. Giunta F., Motzo R., Nemeš A., Pruneddu G. Durum wheat cultivars grown in mediterranean environments can combine high grain nitrogen content with high grain yield. *Eur. J. Agron.* 2022. Vol. 136, 126512.

54. Deviation from the grain protein concentration–grain yield negative relationship is highly correlated to post-anthesis N uptake in winter wheat / M. Bogard, V. Allard, M. Brancourt-Hulmel et al. *J. Exp. Bot.* 2010. Vol. 61. P. 4303–4312.

55. Mi G., Tang L., Zhang F., Zhang J. Is Nitrogen Uptake after Anthesis in Wheat Regulated by Sink Size? *Field Crops Res.* 2000. Vol. 68. P. 183–190.

56. Довгаль Г.П. Оцінка залежності урожайності озимої пшениці від впливу метеорологічних факторів в умовах зони Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2017. № 1–2. С. 157–160.

57. Орлюк А.П., Гончарова К.В. Адаптивний і продуктивний потенціал пшениці. Херсон : Айлант, 2002. 276 с.

58. Василенко Н.В., Правдзіва І.В., Близнюк Р.М., Хоменко С.О. Урожайність і якість сортів пшениці м'якої ярої миронівської селекції залежно від гідротермічних умов року. *Миронівський вісник.* 2019. Вип. 9. С. 91–97.

59. Рослинництво : підручник / С.М. Каленська та ін. ; за ред. О.Я. Шевчука. Київ : НАУУ, 2005. 502 с.

60. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ Українські технології. 2006. 730 с.

61. Близнюк Р.М., Березовський Д.Ю., Демидов О.А., Хоменко С.О. Урожайність сортів пшениці м'якої ярої у різних екологічних зонах вирощування. *Миронівський вісник.* 2017. Вип. 5. С. 104–113.

62. Довгаль Г.П. Оцінка залежності урожайності озимої пшениці від впливу метеорологічних факторів в умовах зони Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2017. № 1–2. С. 157–160.

63. Ноздріна Н.Л. Формування елементів структури врожайності та якості зерна нових сортів пшениці озимої в Північному Степу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. Вип. 2. С. 165–168.
64. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва) / В.І. Бойко, Є.М. Лебідь, В.С. Рибка та ін. ; за ред. В.І. Бойка. Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.
65. Лісовий М.П. Шляхи підвищення реалізації біологічного потенціалу врожайності сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 9. С. 20–22.
66. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Київ, 2000. 100 с.
67. Свидинюка І.М., Камінський В.Ф., Корнійчук М.С., Вінничук Т.С. Технологія вирощування та захисту зернових культур. Практичні рекомендації з технології вирощування зернових колосових культур в зонах лісостепу та полісся України. Київ : УААН; ін-т землеробства, 2006. 20 с.
68. Гідротермічний коефіцієнт зволоження. URL: <https://superagronom.com/slovník-agronoma/gidrotermichniy-koeficiyent-zvolozhennya-id20236>.
69. Козелець Г., Іщенко В., Гайденко О. Яра пшениця – ключові моменти продуктивності. *Агрономія Сьогодні*. 2021. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/20149-yara-pshenitsia-kliuchovi-momentu-produktyvnosti.html>.
70. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. / Е.Р. Ермантраут та ін. Житомир : ЖНАЕУ, 2010. 121 с.
71. Насіння пшениці твердої Чадо. URL: <https://khaskom.com.ua/ua/p789525085-semena-pshenitsy-tverdoj.html>.
72. Пшениця тверда яра Ізольда. URL: <https://khaskom.com.ua/ua/p1121269854-pshenitsya-tverda-yara.html>.
73. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. [Чинний від 2019-06-10]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 19 с.

74. Базалій В.В. Характер прояву врожайності і адаптивних ознак у різних біотипів озимої пшениці. *Вісник аграрної науки південного регіону. Сер. Сільськогосподарські та біологічні науки*. 2001. Вип. 2. С. 10–13.
75. Петриченко В.Ф., Іванюк С.В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу ЗНП Інституту землеробства УААН. *Науковий вісник НАУ*. 2000. Вип. 3–4. С. 19–24.
76. Антал Т.В. Продуктивність пшениці твердої ярої залежно від елементів технології вирощування в правобережній частині Лісостепу України : дис. канд. с.-г. н.; 06.01.09 – рослинництво ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2010. 174 с.
77. Оптимізація вирощування ярої пшениці в лівобережному Лісостепу України : наук. вид. Мін. АПК, УААН Голов. упр. с.г. і прод. Харківської ОДА, Центр наук. забезпеч. АПВ Харків. обл., IP ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2003. 24 с.
78. Troccoli A., Borrelli G.M., DeVita P., Fares C., Di Fonzo N. Durum wheat quality: a multidisciplinary concept. *Journal of Cereal Science*. 2000. Vol. 32. P. 99–113.
79. Філіп'єв І.Д., Підручна О.В. Вплив добрив на вміст і якість білку зерна ярої пшениці. *Таврійський науковий вісник*. 2000. Вип. 13. С. 17–21.
80. Жемела Г.П., Баган А.В., Бараболя О.В., Шакалій С.М., Чайка Т.О. Екологізація випікання пшеничного хліба з використанням хмелевих заквасок і спіруліни. *Вісник ПДАА*. 2020. № 1. С. 100–106. doi: 10.31210/visnyk2020.01.11
81. Подпрятів Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2014. 393 с.
82. Що таке натура зерна та як її визначити? URL: <https://ventalab.ua/shcho-take-natura-zerna-ta-yak-yii-vyznachyty>.
83. Скалецька Л.Ф., Подпрятів Г.І., Войцехівський В.І. Товарознавство продукції рослинництва: навч. посіб. Київ : Арістей, 2005. 496 с.
84. Жемела Г.П., Бараболя О.В., Татарко Ю.В., Антоновський О.В. Вплив сортових особливостей на якість зерна пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 32–39. doi: 10.31210/visnyk2020.03.03

85. Черенков А.В., Рибка В.С., Шевченко М.С. та ін. Економіка виробництва зерна в зоні Степу України (з основами організації і технології виробництва) / за ред. А.В Черенкова, В.С. Рибки. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2015. 300 с.

86. Бойко В.І., Лебідь Є.М., Рибка В.С. та ін Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва) / за ред. В.І. Бойка. Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.

87. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 р. № 2059-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>.

88. Екологічна експертиза : навч. посіб. / М.І. Федючка та ін. ; за заг. ред. М.І. Федючки / 2-ге вид., доп. і перероб. Херсон : Олді-плюс, 2019. 144 с.

89. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підруч. / за ред. М. П. Гандзюка. Київ : Каравела, 2004. 408 с.

90. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.

ДОДАТКИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

University of Opole (Poland)

International Slavis University (Macedonia)

Cooperative Trade University of Moldova

**«Урожайність та якість продукції рослинництва
за сучасних технологій вирощування»**

присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели

30 вересня 2024 року

*Матеріали
Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
30 вересня 2024 року*

**Полтава
2024**

УДК 633:631.559:006.015.5:631.5

У 71

Редакційна колегія:

Гангур В. В. – завідувач кафедри рослинництва Полтавського державного аграрного університету, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник.

Маренич М. М. – директор навчально – наукового інституту агротехнологій, селекції та екології, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри селекції, насінництва і генетики

Куценко О. М. - професор кафедри рослинництва Полтавського державного аграрного університету, професор, кандидат сільськогосподарських наук

Jolanta Bojarszczuk - Doctor, adjunct, Institute of Soil Science and Plant Cultivation – State Research Institute in Puławy

Писаренко В. М. - професор кафедри захисту рослин Полтавського державного аграрного університету, професор, доктор сільськогосподарських наук

Білоножко В. Я. - професор кафедри екології та агротехнологій ННІ природничих та аграрних наук Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького, професор, доктор сільськогосподарських наук

Полторецький С. П. - професор кафедри рослинництва ім. О. І. Зінченка Уманського національного університету садівництва, професор, доктор сільськогосподарських наук

Бараболя О. В. – доцент кафедри рослинництва, завідувач Науково-дослідної лабораторії якості зерна імені Г. П. Жемели Полтавського державного аграрного університету, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

Шакалій С. М. – доцент кафедри рослинництва, фахівець другої категорії Науково-дослідної лабораторії якості зерна імені Г. П. Жемели Полтавського державного аграрного університету, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 30 вересня+63 2024 р.). Полтава :ПДАУ, 2024. 215 с.

У збірнику представлені матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої пам'яті професора Г. П. Жемели, за результатами досліджень щодо: перспективних напрямів вирощування продукції рослинництва; якості, стандартизації та сертифікації продукції рослинництва; актуальних проблем інноваційної економіки в АПК, VR технологій в агровиробництві; інноваційних напрямів зберігання та переробки продукції рослинництва, харчових технологіях. Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів та здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських та переробних підприємств АПК різної організаційно- правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика урожайності й якості продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування. Відповідальність за зміст поданих матеріалів, точність наведених даних і відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Рекомендовано до друку Вченою радою Полтавського державного аграрного університету (протокол N 3 від 30.10.2024 року)

© Автори тез, включені до збірника, 2024

© Полтавський державний аграрний університет, 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
1. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ВИРОЩУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА	
<i>Піщаленко М. А., Логвиненко В. В., Ковтун А. В., Леончик Д. В.</i>	12
ВПЛИВ АГРОПРИЙОМІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ	
<i>Лісовий В. М., Лавріненко І. Г.</i>	15
ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ	
<i>Черненко Р. О.</i>	17
БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА АГРОТЕХНІЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ	
<i>Тихомирова Я. А.</i>	19
ВИБІР СОРТІВ СОЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ В УМОВАХ УКРАЇНИ	
<i>Біднина В. Ю., Короткова І. В.</i>	21
УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ НОРМ АЗОТНИХ ДОБРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНГІБІТОРІВ НІТРИФІКАЦІЇ	
<i>Ляхно А. Ю., Короткова І. В.</i>	23
ЕФЕКТИВНІСТЬ ФОРМ АЗОТНИХ ДОБРІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ВРОЖАЙНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ	
<i>Коробко О. О., Новікова Т. П., Гавриленко В. С.</i>	26
ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	
<i>Муха Б. Г.</i>	28
ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ	
<i>Гавриленко В. С., Коробко О. О., Білоножко В. Я.</i>	30
АЗОТНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ У ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ГОЛОЗЕРНОГО ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	
<i>Муха Б. Г.</i>	32
ЕКОЛОГІЧНІ МЕТОДИ БОРОТЬБИ ЗІ ШКІДНИКАМИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР	
<i>Білоножко В. Я., Полторецький С. П., Ракул І. О.</i>	34
ЗАКОНОМІРНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН	
<i>Філоненко С. В., Лисак В. М., Лаліашвілі Р. Л.</i>	36
ВПЛИВ РІСТСТИМУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ	
<i>Бараболя О. В., Панченко В. В.</i>	39
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ	

<i>Бараболя О. В., Поступаленко А. А.</i>	41
ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА СОРТІВ СОЇ ЗА УРОЖАЙНІСТЮ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ	
<i>Шакалій С. М., Ралко А. О., Малишко В. Е.</i>	42
ПЕРСПЕКТИВНА КУЛЬТУРА - РІПАК	
<i>Дрожжана О. У.</i>	44
ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ДОБРИВАМИ	
<i>Ляшенко В. В., Коросташов А. Ю.</i>	46
РОЛЬ МІКРОДОБРИВ У ФОРМУВАННІ ВРОЖАЙНОСТІ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО	
<i>Ляшенко В. В., Бахір А. А.</i>	49
ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ	
<i>Ляшенко В. В., Рябченко Є. М.</i>	52
ВПЛИВ ФОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ	
<i>Ляшенко В. В., Нелюба Н. А.</i>	54
ЗНАЧЕННЯ ІНОКУЛЯЦІЇ У ВИРОЩУВАННІ СОЇ	
<i>Бараболя О. В., Яновський Р. О.</i>	57
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	
<i>Рибальченко А. М., Іваненко Р. С.</i>	59
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ У СУЧАСНИХ СОРТІВ ГОРОХУ	
<i>Бараболя О. В., Тарасенко Б. Ю.</i>	62
ВПЛИВ СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН	
<i>Власенко Д. В.</i>	64
ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	
<i>Бараболя О. В., Гавриляк М. В.</i>	68
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ	
<i>Бараболя О. В., Латиш А. А.</i>	70
ПОСІВ ТА ВИРОЩУВАННЯ ЯРОЇ ТВЕРДОЇ ПШЕНИЦІ	
<i>Гуцін А. Ю.</i>	72
ВПЛИВ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	
<i>Грицай Ю. Ю., Поспелова Г. Д.</i>	75
ЕЛЕМЕНТИ ЗАХИСТУ СОЇ ВІД ЗБУДНИКІВ ГРИБНИХ ХВОРОБ	
<i>Мороз Є. О., Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П.</i>	77
ЗАХИСТ ГОРОХУ ВІД КОРИНЕВИХ ГНИЛЕЙ ФУЗАРІОЗНОЇ ЕТИОЛОГІЇ	
<i>Філоненко С. В., Бондаренко В. Є.</i>	79

Bioactive Compounds in Health and Disease. 2024. Vol. 7 (4). P. 199–210. doi: 10.31989/bchd.v7i4.1292

14. Нагірний В. В. Вплив строків сівби та мікродобрив на продуктивність сортів ячменю озимого в умовах Півдня України : дис. к.с.-г. наук ; 06.01.09. Херсон, 2020. 208 с.

Ляшенко Віктор Васильович

канд. с.-г. наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-0177-6209

Бахір Анатолій Анатолійович

ЗВО СВО Магістр за ОПП

Еколого-економічне рослинництво

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава

ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ

Тверду пшеницю (*Triticum turgidum* var. *durum*), як основну продовольчу культуру, вирощують у різноманітних середовищах у світі: від областей з великою кількістю опадів до посушливих і напівпосушливих регіонів, де трапляються часті посухи та коливання кількості опадів [1, 2]. Передумовою отримання потенційного й якісного врожаю пшениці твердої доцільно забезпечити рослини необхідними поживними елементами [3].

Встановлено, що мінеральні добрива або комбіновані органічні та неорганічні добрива мають значний сприятливий вплив на виробництво продуктів харчування в усьому світі та є незамінним компонентом багатьох сільськогосподарських систем [4]. Низька продуктивність також пов'язана з низьким використанням добрив (азоту та фосфору) та недостатнім внесенням органічної речовини [5]. Зараз існує високий попит як у комерційних, так і у дрібних фермерів на тверду пшеницю з високим урожаєм зерна та кращою якістю кінцевого використання. Урожайність і якість кінцевого використання твердої пшениці залежать від вмісту протеїну і клейковини, на який значною мірою впливає генотип і середовище, особливо вміст азоту в ґрунті [6]. З іншого боку, більшість параметрів якості твердої пшениці зростає, коли внесення азоту збільшилося понад 120 кг N/га [5]. Фосфор (P) є другим найважливішим елементом для рослинництва, він, як відомо, бере участь у багатьох фізіологічних і біологічних процесах рослин [7].

Встановлено, що основними факторами, що призводять до суттєвого зниження кінцевої якості твердої пшениці, є незбалансоване або недооцінене внесення хімічних добрив та неправильне використання норм висіву [8]. Технологічні властивості пшениці значною мірою залежать від вмісту білка в

зерні пшениці. Незважаючи на те, що вміст білка в зерні є генотиповою характеристикою пшениці, на нього сильно впливають варіації доступності N поживних речовин для культури [9]. За оцінками, неправильні норми висіву призводять до зниження врожайності приблизно на 24 % і вмісту білка в зерні приблизно на 8,7 % [10].

Методи вирощування сільськогосподарських культур відіграють важливу роль у підвищенні врожайності та покращенні якості кінцевого споживання пшениці [11]. Наприклад, належне використання азотних добрив має важливе значення для підвищення врожайності та забезпечення якісної продукції рослинництва, одночасно зменшуючи втрати азоту в навколишнє середовище [12]. Зокрема, вміст білка в зерні є функцією загального поглинання N і розподілу N і сухої речовини в зерні [13]. Азотні добрива суттєво сприяють підвищенню вмісту протеїну, особливо коли норми добрив задовольняють потреби як урожайності, так і синтезу протеїну [14]. Кілька досліджень задокументували, що додавання азоту на стадії появи прапорцевого листка може безпосередньо збільшити вміст білка в зерні без зниження врожайності [15]. Як повідомляється в деяких дослідженнях, збільшення норми азотних добрив сприятливо впливає на якість кінцевого використання та покращує альвеографічні показники [16]. Повідомлялося, що рівні азотних добрив, необхідні для максимізації параметрів якості, вищі, ніж ті, які необхідні для оптимізації параметрів урожайності як у м'якої пшениці [17], так і у вирощуваної твердої пшениці [18]. Fuertes-Mendizábal T. зі співавторами [16] повідомив про збільшення глютеніну та субодиниць глютеніну з високою молекулярною вагою зі збільшенням удобрення азотом, що пов'язано зі збільшенням міцності клейковини. Азот є ключовим фактором якості кінцевого споживання пшениці.

Таким чином, для отримання якісного та високого врожаю пшениці твердої необхідно оптимізувати режим живлення задля більш повного розкриття ресурсного потенціалу рослин. Розробка систем удобрення також повинна враховувати, що мінеральні добрива впливають на хімічний склад зерна, а це, в першу чергу, відображується на кількості азотовмісних сполук.

Список використаних джерел

1. Abayisenga O. Impacts of climate change on durum wheat (*Triticum turgidum* L. var *durum*) production. Analysis of future adaptation measures in The Central Rift Valley of Ethiopia : doctoral dissertation. Ethiopia, 2015.
2. De Vita P., Taranto F. Durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) breeding to meet the challenge of climate change. *Advances in Plant Breeding Strategies*. 2019. Vol. 5. P. 471–524.
3. Korotkova I. V., Chaika T. O., Romashko T. P., Chetveryk O. O., Rybalchenko A. M., Barabolia O. V. Emmer wheat productivity formation as depending on pre-sowing seed treatment method in organic and traditional technology cultivation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Vol. 14 (1). P. 41–47. doi: 10.15421/022307

4. Hernández T., Chocano C., Moreno J. L., García C. Towards a more sustainable fertilization: combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2014. Vol. 196. P. 178–184.
5. Leta G., Belay G., Worku W. Nitrogen fertilization effects on grain quality of durum wheat (*Triticum turgidum* L. Var. Durum) varieties in Central Ethiopia. *Agric. Sci.* 2013. Vol. 1 (1). P. 1–7.
6. Geleta B., Atak M., Baenziger P. S., Nelson L. A., Baltenesperger D. D., Eskridge K. M., Shipman M. J., Shelton D. R. Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end-use quality of winter wheat. *Crop Sci. J.* 2002. Vol. 42. P. 827–832.
7. Fana G., Deressa H., Dargie R., Bogale M., Mehadi S., Getachew F. Grain hardness, hectolitre weight, nitrogen and phosphorus concentrations of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. Durum) as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization. *World Appl. Sci. J.* 2012. Vol. 20 (10). P. 1322–1327.
8. Agbahey J. U. I., Grethe H., Negatu W. Fertilizer supply chain in Ethiopia: structure, performance and policy analysis. *Afrika Focus.* 2015. Vol. 28. doi: 10.21825/af.v28i1.4740
9. Daniel C., Triboi, E. Effects of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: effects on gliadin content and composition. *Journal of Cereal Science.* 2000. Vol. 32 (1). P. 45–56.
10. Assefa A., Derebe B., Gebrie N., Shibabaw A., Getahun W., Beshir O., Worku A. Grain yield and quality responses of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) to nitrogen and phosphorus rate in Yilmana Densa, Northwestern Ethiopia. *Heliyon.* 2023. Vol. 9, Is. 7, e17262. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e17262
11. Nikolić O., Živanović T., Jelić M., Đalović I. Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants. *Chilean Journal of Agricultural Research.* 2012. Vol. 72 (1). P. 111–116.
12. Sharma L. K., Bali S. K. A review of methods to improve nitrogen use efficiency in agriculture. *Sustainability.* 2017. Vol. 10 (1). P. 51.
13. Layegh M., Siosemardeh A., Sohrabi Y., Bahramnejad B., Hosseinpanahi F. Dry matter remobilization and associated traits, grain yield stability, N utilization, and grain protein concentration in wheat cultivars under supplemental irrigation. *Agricultural Water Management.* 2022. Vol. 263, 107449. doi: 10.1016/j.agwat.2021.107449
14. Ishaque W., Shelia V., Anothai J., Zaman M., Hoogenboom G. 2020. Determining optimum nitrogen management as a function of planting date for spring wheat (*Triticum aestivum* L.) under semi-arid conditions using a modeling approach. *Journal of Arid Environments.* 2020. Vol. 182, 104256. doi: 10.1016/j.jaridenv.2020.104256
15. Dupont F. M., Hurkman W. J., Vensel W. H., Tanaka C., Kothari K. M., Chung O. K., Altenbach S. B. Protein accumulation and composition in wheat grains: effects of mineral nutrients and high temperature. *European Journal of Agronomy.* 2006. Vol. 25 (2). P. 96–107.

16. Fuertes-Mendizábal T., Aizpurua A., González-Moro M. B., Estavillo J. M. Improving wheat breadmaking quality by splitting the N fertilizer rate. *European Journal of Agronomy*. 2010. Vol. 33 (1). P. 52–61.

17. Borghi B., Corbellini M., Minoia C., Palumbo M., Di Fonzo N., Perenzin M. Effects of Mediterranean climate on wheat bread-making quality. *European Journal of Agronomy*. 1997. Vol. 6 (3–4). P. 145–154.

18. Desta B. T., Alemayehu Y. Optimizing blended (NPSB) and N fertilizer rates for the productivity of Durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) in Central Highlands of Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*. 2020. Vol. 6, 1766733.

Міністерство освіти і науки України

СЕРТИФІКАТ

СС00493014/004616-24

засвідчує, що

Бахір Анатолій Анатолійович

взяв (-ла) участь

у Міжнародній науково-практичній конференції
**«Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних
технологій вирощування»**,
яка відбулася 30 вересня 2024 року. Обсяг - 4 години.

Ректор

30.09.2024 р.



М. Полтава

Олександр Галич

АНОТАЦІЯ

Бахір А.А. Формування врожайності й якості зерна пшениці твердої ярої залежно від удобрення.

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

Кваліфікація: магістр з агрономії за ОПП Еколого-економічне рослинництво.

Обсяг магістерської роботи: 47 с., 5 табл., 3 рис., 2 додатків, 90 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: процес формування врожайності й якості сортів пшениці твердої ярої в залежності від сорту, удобрення й особливості їх взаємодії за різних погодно-кліматичних умов.

Мета роботи: визначити вплив удобрення на формування врожайності й якості зерна пшениці твердої ярої.

Результати та їх новизна: вперше дослідним шляхом розглянуто формування врожайності й якості зерна пшениці твердої ярої сортів Чадо й Ізольда в польових умовах фермерського господарства в Глобинському районі Полтавської області.

Основні наукові та практичні результати: Доведено, що різні норми внесення мінеральних добрив, сортові особливості та погодно-кліматичні умови мали значний вплив на елементи продуктивності дослідних сортів пшениці твердої ярої, формування врожайності й якості зерна. Визначено, що найбільш продуктивним є сорт пшениці Ізольда, який відрізняється підвищеними потребами до забезпечення рівня мінерального живлення, характеризуючись при цьому високою адаптацією до стресових факторів. Виявлено, що внесення добрив позитивно впливає на клас якості зерна, а отже й на його конкурентоспроможність, економічну та господарську ефективність. У результаті вирощування пшениці твердої ярої має ґрунтуватись на аналізі потреб у мінеральному живленні рослин залежно від погодно-кліматичних умов, сортових і ґрунтових особливостей, регулюватись агротехнікою вирощування.

Галузь застосування: 20 Аграрні науки та продовольство.

Значення роботи та висновки: посів пшениці твердої ярої сорту Ізольда в умовах Лісостепу пропонується з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ у два заходи: фосфорні та калійні – восени під основний обробіток ґрунту; азотні – навесні під передпосівну культивування.

Перелік ключових слів: добрива, елементи живлення, вегетаційний період, погодно-кліматичні умови, агротехніка, продуктивність, врожайність, якість, економічна ефективність.