

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Агрономічний факультет  
Спеціальність 201 «Агрономія»  
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допускається до захисту»  
Декан агрономічного факультету  
к. с.-г. н.

\_\_\_\_\_ Олександр ГЖБОЛДІН  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:  
«РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕТИЧНО-ОБУМОВЛЕНОЇ ВРОЖАЙНОСТІ ТА  
ЯКОСТІ ЗЕРНА ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ЦЕНТРУ ДНІПРОВСЬКОГО  
ДЕРЖАВНОГО АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

Здобувач \_\_\_\_\_ Антон АРТАМОНОВ

Керівник кваліфікаційно роботи  
д. с.-г. н., професор \_\_\_\_\_ Микола НАЗАРЕНКО

Дніпро – 2023  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Агрономічний факультет  
Кафедра селекції і насінництва  
Спеціальність 201 «Агрономія»  
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри селекції і насінництва  
д. с.-г. н., професор

\_\_\_\_\_ Микола НАЗАРЕНКО  
«25» 11 2023 р.

## **ЗАВДАННЯ**

на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу  
другого (магістерського) рівня вищої освіти  
**Артамонову Антону Олександровичу**

**1. Тема роботи:** «Реалізація генетично-обумовленої врожайності та якості зерна зразків пшениці озимої в умовах навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету»

**2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру:** «01» 12 2023р.

**3. Вихідні дані для роботи:**

- с.-г. підприємство – науково-дослідне поле науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету;

- сільськогосподарська культура – пшениця озима.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):**

- описати методологічні основи проведення польових та лабораторних дослідів;

- дослідити зернову продуктивність та якість у зразків пшениці озимої;

- проаналізувати та співставити отримані дані з метою виділити перспективність окремих сортів;

- показати економічну ефективність впровадження дослідження.

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)**

в рамках роботи немає.

**6. Дата видачі завдання: «10» 09 2022 р.**

Керівник  
кваліфікаційно роботи \_\_\_\_\_ Микола НАЗАРЕНКО

Завдання прийняв  
до виконання \_\_\_\_\_ Антон Артамонов

### **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури	2.09.23	виконано
2.	Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень	12.10.23	виконано
3.	Методика та результати проведення досліджень	20.10.23	виконано
4.	Економічна оцінка	20.11.23	виконано
5.	Охорона праці	20.11.23	виконано
6.	Оформлення роботи, висновки і рекомендації виробництву	30.11.23	виконано

Здобувач \_\_\_\_\_ Антон АРТАМОНОВ

Керівник  
кваліфікаційно роботи \_\_\_\_\_ Микола НАЗАРЕНКО

## Зміст

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА ЧЕРЕЗ СТАБІЛІЗАЦІЮ ВРОЖАЙНО-ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	9
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ВИКОНАННЯ ДОСЛІДІВ	23
РОЗДІЛ 3. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ	28
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВРОЖАЙНО-ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ	30
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ДОСЛІДЖЕННЯ	47
РОЗДІЛ 6. СТАН ОХОРОНИ ПРАЦІ	50
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота за темою: «Реалізація генетично-обумовленої врожайності та якості зерна зразків пшениці озимої в умовах навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету»

Виконана як друкований текст в обсязі 60 сторінок, кваліфікаційна робота містить шість окремих великих розділів: огляд опублікованих матеріалів, умови польового дослідження (характеристика господарства та ґрунтово-кліматичних умов), розділ з експериментальних даних та їх аналізу, дослідження ефективності з економічного впровадження на базі експериментальних даних, заходи з охорони праці в ННЦ, висновки та рекомендації. Усі глави повністю відповідають методичним вимогам для даного типу робіт до виконання експерименту з врахуванням таблиць, графіків та висновків. Робота має 14 таблиць та 3 рисунки. Перелік джерел з опублікованих матеріалів 43 найменування.

Отримані дані оброблено відповідним чином з застосуванням математико-статистичного аналізу, підведені висновки та надані необхідні рекомендації.

Об'єктом дослідження була реалізація генетично-обумовленої врожайності, її елементів та технологічних якостей зерна

*Ключові терміни: пшениця озима, західний екотип, інтенсивний сорт, технологічна якість, врожайність.*

## ВСТУП

Інновації були невід'ємною частиною сільського господарства з перших днів його існування, коли люди вперше почали переходити від пошуку їжі до виробництва їжі. Проте лише у двадцятому столітті приватні та державні системи офіційного дослідження та розробки інновацій стали загальноприйнятими. З цим виникла потреба у формальних системах для дослідження, розробки та передачі технологій від центрів відкриттів до кінцевих користувачів. Постійне вдосконалення глобальної продовольчої безпеки, стійкості навколишнього середовища та економічного розвитку в умовах постійного зростання населення та зміни клімату вимагатиме постійних інновацій та тривалого зростання продуктивності сільського господарства. Таким чином, чітке розуміння того, як розвивати інновації, від концепції через розробку й до кінцевого споживача є життєво важливим для нашого майбутнього. У роботі ми представляємо комплексний аналіз складних процесів, пов'язаних із розробкою та передачею сільськогосподарських інновацій.

Інновації були невід'ємною частиною сільського господарства з перших днів його існування, коли люди вперше почали переходити від пошуку їжі до виробництва їжі. Проте лише у двадцятому столітті приватні та державні системи офіційного дослідження та розробки інновацій стали загальноприйнятими. З цим виникла потреба у формальних системах для дослідження, розробки та передачі технологій від центрів відкриттів до кінцевих користувачів. Постійне вдосконалення глобальної продовольчої безпеки, стійкості навколишнього середовища та економічного розвитку в умовах постійного зростання населення та зміни клімату вимагатиме постійних інновацій та тривалого зростання продуктивності сільського господарства.

Майбутній шлях і темпи зростання продуктивності сільського господарства нерозривно пов'язані з інвестиціями в харчові та сільськогосподарські дослідження та розробки (НДДКР). Озираючись на дані, отримані за півстоліття, ми виявили, що глобальні дослідження та розробки продуктів харчування та

сільського господарства змінюються, що свідчить про те, що ми перебуваємо в розпалі історичного переходу. Більш помітні тенденції такі: (1) вперше в сучасній історії (за паритетом купівельної спроможності, ПКС, умовами) країни із середнім рівнем доходу тепер випереджають багаті країни за інвестиціями державного сектора в продовольство та сільське господарство. НДДКР; (2) зміна державних часток відображає постійне зниження темпів зростання витрат на продовольчі та сільськогосподарські дослідження та розробки в багатих країнах разом із загальним стійким і значним зростанням витрат у країнах із середнім рівнем доходу (особливо в Китаї, Індії та Бразилії); в термінах, Китай зараз витрачає більше, ніж Сполучені Штати, як у державному, так і в приватному секторах продовольства та сільськогосподарських досліджень і розробок; (4) глобальна частка досліджень і розробок у галузі харчових продуктів і сільського господарства, які проводяться приватним сектором, зростає, особливо в країнах із високим і середнім рівнем доходу, що швидко розвиваються; і (5) країни з низьким рівнем доходу втрачають позиції і на них припадає виключно мала частка світових витрат. Середні та медіанні значення повідомлених показників прибутку від досліджень і розробок у сфері харчових продуктів і сільського господарства на основі IRR є високими і залишаються такими, без жодних ознак зменшення віддачі від останніх (порівняно з попередніми) інвестицій у дослідження та розробки. Але наявні дані про віддачу від харчових та сільськогосподарських досліджень і розробок не повністю репрезентують інституційну (тобто державну чи приватну), місцеву або товарну орієнтацію досліджень і самого сільськогосподарського сектора.

**Актуальність роботи.** Проаналізовано врожайність та якість зерна даних зразків різного типу походження в підзоні Півночі Степу.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Кваліфікаційна робота була проведена у відповідності до напрямків дослідження та програм кафедри селекції і насінництва.

**Мета і завдання дослідження.** Показати в порівнянні з місцевими сортами та стандартом рівень зернової продуктивності та вплив окремих

елементів структури врожайності у сортів чеської селекції, виявити можливості господарського та селекційного використання.

Проаналізувати складові запасних білків у зерні сортів пшениці озимої, загальний вміст білку та зробити висновки щодо якості зерна нового сортового матеріалу.

Виявити загальні засоби відтворення врожайно-якісних параметрів в умовах підзони недостатнього зволоження для сортів пшениці озимої західноєвропейського екотипу.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Проведення всебічного аналізу онтогенезу, стійкості до абіотичних чинників зимового періоду, врожайності, технологічної якості зерна набору зразків пшениці озимого різного екотипу за еколого-географічним принципом.

**Особистий внесок набувача.** Розроблено планів проведення польових та лабораторних дослідів, виконано аналіз літературних джерел за напрямом кваліфікаційної роботи, виконано польові експерименти, досліджено онтогенетичні особливості та проведено лабораторні аналізи, математико-статистичну обробку та узагальнено результати експериментів, зроблено висновки.

**Апробація результатів роботи.** За результатами дослідження буде видано статтю у збірнику тез конференції агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота викладена на 60 сторінках друкованого тексту, має 14 таблиць. Основний текст складається з вступу, шести основних розділів, висновків та рекомендацій до виробництва. Перелік літературних джерел з цього напрямку складає 43 найменування.



## 1. ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА ЧЕРЕЗ СТАБІЛІЗАЦІЮ ВРОЖАЙНО-ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Понад 10 000 років пшениця була наріжним каменем продовольчої та поживної безпеки і наразі є найбільш поширеною культурою у світі. Завдяки своїй унікальній обробці та якісним характеристикам, а також тому, що її можна легко транспортувати та зберігати, це також культура, яка найбільше продається у світі, і часто є першим вибором, коли потрібна продовольча допомога для регіонів, які постраждали від голоду [7, 8]. Пшениця, яка вирощується на всіх п'яти континентах і в більш різноманітних середовищах, ніж будь-яка інша культура, є вразливою до широкого спектру транскордонних хвороб і абіотичних стресів, зокрема спеки та посухи. Стійкість до цих стресів відіграє важливу роль у спробах селекції для стабільності врожаю, найбільш затребуваної риси серед фермерів пшениці в усьому світі [5, 6].

Півстоліття тому пшениця також була однією з найбільш вивчених культур. Але з причин, пов'язаних з її біологією – пшениця самозапилюється, і, отже, її насіння можна легко зберегти та поділити для наступного врожаю – вона не залучила таких самих інвестицій приватного сектора в селекційні дослідження, як культури з вищою фінансовою окупністю інвестицій. –мент, наприклад, гібридні та генетично модифіковані (ГМО) культури. Отже, державний сектор залишається найбільшим постачальником покращених сортів пшениці. Це особливо актуально для Глобального Півдня, де понад 1,5 мільярда бідних ресурсів людей залежать від постійного та доступного постачання пшениці як основного продукту харчування. У всьому світі ця культура забезпечує близько 20% усіх харчових білків і калорій людини. Зміна клімату та наступні періоди сильної спеки, холоду та посухи в поєднанні із загрозами хвороб становлять величезні проблеми. Підвищення температури на 2 °C призведе до зниження врожайності пшениці на Глобальному Півдні на 10-15%. Водночас до 2050 року середня врожайність має підвищитися на 40%, щоб забезпечити достатньо продовольства для населення, яке все ще зростає.

Забезпечення достатньої кількості калорій і білка залишається важливим. Оцінки за 2020 рік показують, що приблизно 820 мільйонів людей все ще лягають спати голодними щовечора, що лише незначне зменшення порівняно з оцінкою 2000 року в 900 мільйонів, що вказує на те, що ми навряд чи досягнемо мети ООН покінчити з голодом до 2030 року [3, 4]. .

Крім того, на додаток до калорійності, інші харчові аспекти дієти повинні бути забезпечені, особливо для споживачів, чий дієтичні можливості обмежені. Тут пшениця також має хороші результати, оскільки вона є важливим джерелом харчових волокон, мінералів, вітамінів групи В та інших поживних мікроелементів, а також видатним джерелом рослинного білка. Всупереч дезінформації про «харчову моду», яка поширюється з Глобальної Півночі, немає жодних доказів того, що інтенсивне розведення пшениці знизило поживну якість пшениці, а також того, що протеїни пшениці викликають негативні реакції у переважної більшості людей [1,2]. .

Пшениця є одним із приблизно 300 000 потенційно їстівних видів рослин, з яких трохи більше 100 зазвичай культивуються. Лише три з них – кукурудза, рис і пшениця – забезпечують майже 60% усіх калорій людини [2], а лише пшениця забезпечує приблизно 20% усіх калорій і білка [3]. Селекція рослин розвивалася з тих пір, як люди вперше відібрали рослини та їх насіння з будь-якою метою. Уоллес та ін. [4] і Ферні та Ян [5] розділили еволюцію селекції на чотири етапи. Етап 1 — фенотиповий відбір фермерами, етап 2 — ера гібридизації. Більшість поточних програм розведення перебувають на 3-й стадії, яка характеризується використанням біотехнологій, таких як селекція з використанням маркерів, геномна селекція, трансгенетика та використання біоінформатики. Зараз ми входимо до етапу 4, селекції за дизайном, тобто редагування геному та точної селекції, що підтримується аналізом великих даних, спрямованих на вирощування культур, які відповідають очікуванням фермерів і споживачів щодо врожайності та стабільності врожайності, стійкості до біотичного та абіотичного стресу, а також харчування та якості [9, 10].

Цікаво, що в сучасній історії не відбулося жодного нового одомашнення рослин, що є явним доказом величезних проблем, пов'язаних із «одомашненням» сільськогосподарських культур. Є один частковий виняток, а саме тритикале, родич пшениці [6], але навіть це було гібридизацією двох одомашнених видів, пшениці та жита, і було досить важко комерціалізувати, незважаючи на його стійкість до стресу та численні потенційні використання [ 1, 12].

Принципи селекції схожі для більшості культур, оскільки вони культивуються подібними способами, а нові сорти стикаються з подібними проблемами у відповідному середовищі вирощування. До них відноситься стійкість до хвороб і шкідників або стійкість до них, а оскільки більшість культур вирощуються в полі, вони також повинні адаптуватися до змінних температур, водопостачання, освітленості та умов ґрунту, під час цвітіння та дозрівання в межах певних часових вікон. Управління сільськогосподарськими культурами може певною мірою оптимізувати середовище рослини, включно з поживними речовинами, контролем біотичних загроз, а також шляхом вибору дат посіву, сівозміни та зрошення, де це можливо. Однак значні розриви врожайності в більшості однорічних систем землеробства [7, 8] свідчать про важливість селекції за спадковими ознаками шляхом селекції рослин. Як правило, після отримання нового сорту можна покластися на виявлення бажаних ознак, включаючи врожайність та інші агрономічні та комерційні очікування, а також стійкість до сезонних коливань, які можуть включати низку абіотичних стресів, у певній цільовій популяції навколишнього середовища. —менти. Іншими словами, керована гібридизація та відбір за спадковими ознаками є високоефективним способом підвищення та/або захисту продуктивності сільськогосподарських культур, оскільки зміна сортів є одним із найпростіших втручань, яких можна досягти на рівні ферми [13, 14].

Вважається, що одомашнення диких рослин для потреб сільського господарства почалося в епоху неоліту принаймні 12 000 років тому в родючому півмісяці, що зрештою призвело до приблизно 100 видів, які ми культивуємо сьогодні; хоча насправді набагато більша кількість видів рослин (7000)

вважаються напівкультурними [10], якщо ми включаємо трави, спеції, лікарські рослини тощо. Враховуючи характеристики, які передавалися через історію, і порівняно з дикими предками, зрозуміло, що ранні селекціонери/фермери відбирали за трьома основними класами ознак: (1) переважний ріст їстівних органів для максимізації врожаю; (2) Смакові якості та харчова цінність; (3) Адаптація до низки біотичних та абіотичних стресів, проблема, яка сьогодні стоїть перед селекціонерами [11, 12]. Коротше кажучи, сучасне розведення – це якісно така ж дисципліна, якою займалися наші предки; основні цілі селекції залишаються майже такими ж, хоча інструменти селекції змінилися [15, 16].

Робота Менделя привела до першого наукового підтвердження принципів спадковості, а нова дисципліна генетики стала каталізатором досліджень рослинництва з метою підвищення продуктивності шляхом селекції. Gartons Agricultural Plant Breeders у Великій Британії була однією з перших компаній, яка випустила на комерціалізацію високоврожайні сорти. Вільям Фаррер в Австралії вивів перший стійкий до іржі сорт пшениці. Тим часом Назарено Стрампеллі в Італії вивів кілька високоврожайних, ранньостиглих, стійких до іржі та коротких ліній пшениці, використовуючи ген карликовості Rht 8. Деякі з його ліній зробили світовий вплив і були експортовані в Америку та Китай [13], а також використані десятиліттями пізніше Норманом Борлаугом як батьки. Нова дисципліна статистики дозволила генетично розрізнити ознаки, дозволяючи кількісно розрізнити спадкову варіативність і вплив середовища на ознаку [17-20].

Ці зусилля та робота Гондзіро Іназуки в Японії створили основу Зеленої революції, яка призвела до зміни парадигми в селекції рослин і управлінні врожаєм. Це було поштовхом із поширення напівкарликових генів у пшениці та інших зернових у 1960-х роках. До впровадження більш коротких ліній врожайність зернових була обмежена виляганням, якщо рослини ставали надто високими в результаті надходжень, що підвищують врожайність, наприклад азоту та зрошувальної води. Знадобилося більше 10 років, щоб досягти ефективної інтрогресії Rht1 з Норіну-10, але його плейотропний ефект покращив

індекс урожаю (HI) та ефективність використання азоту (NUE), а також стійкість до вилягання, що очолило Зелена революцію [15]. Нове покоління напівкарликових ліній ярої пшениці також було фотоперіодично нечутливим, що було надзвичайно важливим для їх широкого застосування; Сам Борлауг визнав, що це був випадок серендипіти - «незапланований побічний ефект човникового розведення [21, 22].

Зелена революція в 1960-х роках, заснована на генах карликовості Rht1 і Rht 2 у пшениці та селекційному генетичному фоні відповідно до них, і революція в біотехнологіях з 1980-х років і далі запропонували все більш складні методи покращення врожаю. Тим часом селекційні програми ефективно задовольняють потреби швидко зростаючої глобальної популяції завдяки стабільним генетичним досягненням і широкому спектру стійкості до шкідників і хвороб у пшениці та інших основних культурах із задокументованою виключно високою окупністю інвестицій [16]. Деякі припускають, що цей успіх призвів до самовдоволення, і як державний, так і приватний сектори намагаються отримати інвестиції, необхідні для задоволення прогнозованого попиту на їжу людини до середини століття. Ситуація особливо іронічна, враховуючи, що багато селекційних програм, які зараз борються за оперативні кошти, вже зробили початкові інвестиції в сучасні технології, такі як феноміка, геноміка та інформатика, які мають вирішальне значення для подальшого збільшення генетичних досягнень. Ці технології не тільки допомагають підвищити ефективність селекції за основними ознаками – врожайністю та стабільністю врожаю, стійкістю до абіотичного та біотичного стресу, фенологією, якістю та поживністю – можуть бути потужними інструментами в трансляційних дослідженнях, спрямованих на досягнення ступінчастих змін врожайності та адаптація до виникаючих стресів [23, 24].

Серед них найважливішим зусиллям, принаймні з точки зору сталого рослинництва та на додаток до селекції для додаткового збільшення врожаю, є селекція на стійкість до хвороботворних мікроорганізмів та шкідників (тобто підтримуюча селекція), це завдання, яке стає важче в міру інтенсифікації

сільського господарства. Підтримує розведення нагадує легенду про Сізіфа, чиє завдання починалося знову і знову так само, як він майже закінчив, і так відбувається з постійною еволюцією нових рас шкідників і хвороб, а також періодичною появою нових загроз, які долають бар'єри видів-господарів, такі як бласт пшениці [12]. Для багатьох захворювань завдання стає ще складнішим, оскільки нові джерела стійкості в основному знаходяться у відносно екзотичних матеріалах, таких як місцеві сорти та дикі родичі. Ця безперервна проблема пошуку генів резистентності проти нових патотипів захворювань дотримується тих самих принципів, що й необхідність розробки нових вакцин, ефективних проти нових варіантів CoVID-19 [17]. Зараз молекулярні технології можна застосовувати в селекції для стійкості до багатьох захворювань, де гени мають відносно великий вплив. Завдяки останнім досягненням у генному клонуванні та накопиченні генів тепер технічно можливо, наприклад, комбінувати гени стійкості до стеблової іржі таким чином, щоб вони не рекомбінувалися та успадковувалися як одна ознака [18] і таким чином підтримували тривалу стійкість. Усі гени стійкості до іржі, які використовуються в наборі, походять від пшениці та близькоспоріднених геномів (тобто cisgenics). Однак, оскільки технологія генетичної модифікації (ГМ) може бути використана для накопичення генів стійкості пшениці, політики та споживачі повинні спочатку прийняти такі продукти. Потім технологію стекінгу генів можна було б розширити до інших хвороб, маючи фундаментальний вплив з точки зору тривалого та сталого захисту рослин і зменшення агрохімічних слідів у всьому світі [25, 26]

Підходи та технології, які використовуються для створення нових, високоврожайних, широко адаптованих, стійких до хвороб ліній пшениці, багато з яких мають особливу якість і харчові характеристики. У цьому розділі викладено теорію та практику селекції пшениці та дисципліни, які вона регулярно об'єднує для задоволення потреб фермерів і споживачів. Ці методи підтримують продовольчу безпеку, особливо в країнах, де багато зовнішніх ресурсів, таких як фунгіциди чи інсектициди, недоступні для бідних фермерів.

Стійкість до біотичного стресу також допомагає захистити фермерів, сільськогосподарські спільноти та, зрештою, споживачів від потенційних небезпек широкомасштабного застосування таких хімічних засобів захисту [27, 28].

З іншого боку, для будь-якої складної генетичної ознаки, наприклад багатьох, пов'язаних із потенціалом врожайності та стійкістю до клімату, шанси на клонування причинного гена або виявлення надійних молекулярних маркерів зменшуються зі збільшенням кількості генів, які беруть участь у його експресії. Отже, геномна селекція для врожайності передбачає моделювання переважно випадкових маркерів, щоб навчити моделі прогнозування врожайності на основі QTL; вправи, які підкреслюють важливість генетичного фону та середовища для визначення того, які алелі впливають на продуктивність врожаю. Тим не менш, процес залишається в основному стохастичним і його важко застосувати до всіх складних ознак, які, як було показано - і буде показано - залучені до визначення врожайності та адаптації до біотичних і абіотичних стресів. Для того, щоб селекція досягла кінцевої «детермінованої» стадії та наздогнала технологічні революції, які відбуваються у феноміці, геноміці, кремнієвій селекції тощо, потрібна ще більша інтеграція дисциплін [29, 30].

Поліпшення врожаю базується на інтеграції та застосуванні багатьох дисциплін і є взірцевим у досягненні цього, будучи основою глобальної продовольчої безпеки з часів Зеленої революції, за час якої чисельність населення зростає більш ніж удвічі. За цей час, а саме за останні півстоліття, площі посіву зернових у всьому світі істотно не змінилися, а врожайність зростає втричі. Зрозуміло, що дослідження сільськогосподарських культур досягли видатного впливу на селекцію та управління сільськогосподарськими культурами, тоді як політика та здатність фермерів до адаптації до впровадження нових технологій мали рятівні результати [19]. Тим не менш, завдання, з якими зараз стикається сільське господарство, полягають не просто в тому, щоб прогодувати майже 10 мільярдів людей протягом наступних 3 десятиліть, а в тому, щоб досягти цього стабільно в умовах теплішого та більш

непередбачуваного клімату, і часто з меншою кількістю води, меншим вмістом азоту та погіршенням якості ґрунту [20]. Зрозуміло, що дослідження, селекція та агрономія мають стати ще ефективнішими та реагувати на низку зацікавлених сторін [31, 32].

Вибух у фундаментальній науці про рослини останніх десятиліть розкрив фізіологічну та генетичну основу багатьох ознак, а також генетичних маркерів у модельних видів. Тим не менш, багато з цих результатів ще належить перевірити та втілити в прикладну селекцію. Очевидно, що потреба в інвестиціях у перекладацькі дослідження є гострою, ніж будь-коли. Секвенування геному пшениці в поєднанні з ретельною фенотиповою характеристикою елітного матеріалу у відповідних польових середовищах призведе до комплексної фізіологічної та біохімічної основи врожайності та адаптації. Така інформація дозволить моделювати ефекти та взаємодію між ознаками-кандидатами та генами в різних цільових місцях, а також допоможе отримати інформацію та вдосконалити стратегії селекції. Тим часом, прогрес у феноміці та геноміці має потенціал для інтеграції в три основні сфери покращення врожаю: (1) Характеристика кандидатів-батьків для допомоги у розробці більш стратегічних схрещувань; (2) Скринінг потомства в масштабі розведення для ідентифікації генотипів, які виражають цільові ознаки; (3) Сприяння дослідженню величезних колекцій відносно недостатньо використовуваних генетичних ресурсів сільськогосподарських культур. Розширені феномічні підходи, такі як використання ручних андроїдів, безпілотних літальних апаратів і датчиків, встановлених на літаку/супутнику, роблять скринінг таких колекцій набагато більш здійсненним у масштабі [21]. У той же час геноміка також мобілізується на полі з портативними наборами для генотипування, які можуть революціонізувати глобальний нагляд за хворобами, потенційно запобігаючи пандеміям [33, 34].

Молодий вчений-селекціонер може бути приголомшений обсягом доступної наукової літератури та безліччю різних теорій про те, як можна або потрібно підвищити продуктивність рослинництва. Крім того, у рослинництві



існують провідні установи [26], до яких наукове співтовариство «заохочують» приєднатися як органи фінансування, так і тиск з боку колег. Приєднання може бути корисним навчальним досвідом, позитивним для кар'єри та, можливо, матиме вплив. Однак справжній науковий розум йде туди, куди ведуть докази. На щастя, наука все ще дотримується своїх внутрішніх стандартів через інститут добровільної анонімною експертної оцінки, що допомагає підтримувати високу наукову планку з точки зору об'єктивності та строгості. Однак ніхто не є безупередженим, і зберігати відкритість завжди є гідним викликом. Наприклад, нещодавнє дослідження кинуло виклик зростаючому руху, який вірить — з певним обґрунтуванням — що індустріальна модель сільського господарства з її інтенсивними методами землеробства робить суспільство більш вразливим до непередбачуваного клімату та інших впливів на навколишнє середовище. Дослідження розглядало, зокрема, вплив селекції озимої пшениці в Північній Європі в умовах інтенсивного введення з огляду на її генетичні переваги в різних системах з високим і низьким введенням. Результати показали, що генетичні переваги, досягнуті при високому введенні, витримали під час тестування на всіх рівнях введення [27], віддзеркалюючи подібні результати при селекції ярої пшениці [28]. Однак такі результати, якими б цінними та практичними вони не були, слід сприймати за чисту монету, а не використовувати для широких узагальнень щодо однієї системи землеробства над іншою. Наприклад, у той час як урожайність сільськогосподарських культур зросла втричі за останні 60 років, застосування азоту (N) зросло в десять разів [29]. Лише об'єктивне дослідження може дати відповіді, необхідні нам як учасникам продовольчої безпеки; і докази концепції можуть виходити лише з результатів досліджень, які перевіряються безпосередньо у відповідних контекстах селекції рослин і управління сільськогосподарськими культурами, перш ніж їх можна буде масштабувати для вирішення завдань, з якими сільське господарство має зіткнутися в майбутньому [35, 36].

Селекція пшениці має довгу історію та чудові прецеденти. Багато нових технологій можна застосувати до нових проблем; міждисциплінарні підходи,

застосовані через спільне дослідження, ймовірно, будуть більш ефективними, ніж робота в розрізненому режимі, припускаючи об'єктивність; підтвердження концепції має бути досягнуто у відповідному контексті перед зміною трубопроводів розведення [37, 38].

Селекція пшениці була надзвичайно успішною, особливо з часів Зеленої революції, і більша частина прогресу була досягнута завдяки відкритому обміну зародковою плазмою та знаннями серед вчених-пшеників, які зберігаються до сьогодні. Поки гібридна пшениця не стане загально визнаною реальністю, дослідження пшениці, ймовірно, залишатимуться критично важливою діяльністю у суспільному надбанні, зокрема на Глобальному Півдні, де вирощується більшість пшениці. Для того, щоб відповідати прогнозованому попиту та адаптувати врожай до більш складного середовища, рослинники повинні продемонструвати об'єктивність і точність, щоб поєднати технології – як старі, так і нові – які забезпечать надійне підвищення продуктивності [39, 40].

Понад століття селекція приносила величезні переваги як основний рушійний фактор збільшення продуктивності пшениці та стабільності перед обличчям неминучих загроз хвороб. Таким чином, реальна вартість цього основного зерна була знижена для мільярдів споживачів. Стабільний прогрес селекції спостерігався за багатьма важливими ознаками пшениці, наразі для потенційної врожайності в середньому близько 0,6% на рік. Цей прогрес у врожайності продовжує покладатися на широкі багатолокальні тестування врожайності, але, однак, став більш складним, навіть якщо нові методи розведення підвищили ефективність. Селекція продовжуватиме розвиватися, оскільки нові підходи, пропоновані все частіше, будуть перевірені та визнані корисними чи ні. Високопродуктивне фенотипування (НТТР), застосування сучасної фізіології сільськогосподарських культур, а також молекулярні маркери та геномна селекція (GS) зараз знаходяться на цьому етапі. Такі нові методи разом із попередньою селекцією на нові ознаки, ймовірно, відіграватимуть більшу роль у цьому майбутньому покращенні пшениці. Нові інструменти також включатимуть генну інженерію (GE), оскільки потреба суспільства в її перевагах

стає дедалі гострішою. Стійка приватизація розведення навряд чи припиниться в розвинених країнах світу, але в інших країнах вона продовжуватиме боротися. Однак було б розумно, щоб значна частина світових досліджень перед селекцією залишалася в державному секторі, зберігаючи при цьому тісний і справедливий контакт із тими, хто постачає нові сорти [41, 42]

За останні 60 років світова врожайність пшениці надзвичайно лінійно зросла приблизно на 40 кг/га/рік; для прогнозування задоволення майбутнього попиту ключовим числом є цей нахил відносно сьогоднішньої врожайності 3,5 т/га, а саме 1,16%. Фішер і Коннор [4] стверджують, що хоча цей темп зростання, ймовірно, достатній для балансування зростання світового попиту на пшеницю, вищий темп допоможе бідним споживачам, зменшивши тиск на ціни, захистить від негативних непередбачених ситуацій і зменшить тиск на збільшення кількості пшениці. площі (включаючи розчищення нової землі для досягнення цього). Урожайність у більшості країн і регіонів, де вирощують пшеницю, демонструє подібне збільшення, близьке до лінійного, з різними темпами, згрупованими навколо світової цифри [5] (також див. розділ 4). Наприклад, зрошувана долина Які на північному заході Мексики, де проводиться основне тестування та відбір врожайності СІММУТ, демонструє один із вищих показників абсолютного збільшення [5, 6].

Селекціонери пшениці досягли прогресу в урожайності за допомогою різноманітних схем розведення, придатних для самозапильних культур. Спільним для всіх систем є значні інвестиції у вимірювання врожайності на польових ділянках, починаючи вже з F5 на домашніх полях, а потім у стабільне зменшення кількості вдосконалених ліній у все більшій кількості місць, що представляють цільову популяцію середовищ (ТРЕ). З середини минулого століття в цій загальній схемі не відбулося великих змін; постійно пропонувалися нові розробки, і, якщо це доцільно, включалися в схему підвищення ефективності розведення. Унікальна стратегія човникового розведення Vorlaug була суперечливою: вона забезпечувала більшу ефективність через два покоління на рік, але була новою в тому, що відбір чергувався між

двома різними середовищами в Мексиці, передуючи широкому тестуванню в програмах співпраці по всьому світу. Це тестування було прийнято CIMMYT, коли воно було розпочато в 1966 році, що разом з ICARDA, починаючи з 1970-х років, і базуючись на ранніх зусиллях USDA та FAO, створило розгалужену та унікальну міжнародну мережу для тестування та розповсюдження зародкової плазми [8], яка триває донині. Стратегія вибору та тестування в багатьох середовищах має

було підтверджено виробництвом низки кращих сортів із широкою адаптацією, що означає гарну продуктивність у різних місцях і роках (наприклад, Siete Cerros 66, Pavon 76, Anza (через Каліфорнію), Seri 82, Attila або PBW343 (через Індію), Borlaug100 ). Інші спроби селекції також дали невелику кількість сортів, які домінували у великих і, здавалося б, різноманітних регіонах (наприклад, Florence Aurore з Тунісу, Gabo з Австралії, Bezostaya з Краснодару в Росії, Capelle Deprez з Франції). Як уже згадувалося, відносний прогрес врожайності, який спостерігається в PУw або при нижчих рівнях родючості ґрунту, не зменшується порівняно з показниками в умовах PУ, і більше того, рейтинг сортів зазвичай мало змінюється в широкому діапазоні таких вхідних ресурсів (наприклад, нещодавні література [9, 10]). Насправді, враховуючи різницю в даті цвітіння, яка може бути важливою в певні роки, серед ярих пшениць низьких широт існує кілька значних перехресних взаємодій за відсутності хвороб; характерний віяловий зразок відповіді врожайності сорту на середню врожайність на ділянці, популяризований давно Фінлі та Вілкінсоном [11] для ячменю, залишається актуальним навіть сьогодні. Нарешті, деякі виступають за стабільність внутрішньої врожайності, яка має обмежене значення, оскільки зазвичай означає низьку середню врожайність; чутливість до врожайності (до вдалих років і управління) – це те, що потрібно сучасним фермерам. Відсоток збільшення врожайності є прийнятним показником прогресу продуктивності. Незважаючи на те, що з часом він постійно знижувався - у %, а не в кг/га, як показано для світу, він все ще є дуже позитивним. Я кажу про покращення пшениці, тому що підвищення врожайності включало нові сорти,

нову агрономію (або управління культурою) і позитивну взаємодію між ними (G x M). Ключові агрономічні зміни включають механізовану посадку, що забезпечує кращу популяцію рослин і більш своєчасний посів, збільшення використання добрив, більше зрошення та покращений контроль бур'янів і хвороб. Були нескінченні дискусії щодо того, чи селекція чи агрономія відіграли більшу роль, але жодна дисципліна сама по собі не могла досягти навіть половини цього прогресу; вони доповнювали один одного, а агрономія продовжувала створювати нові виклики та створювати нові можливості для селекції.

У випадку пшениці друга ціль для селекції, яка займає до половини селекційних зусиль, спрямована на стійкість до біотичного стресу, посилення, а потім і підтримку генетичної стійкості до хвороб. Це додає корисний тип стабільності, але рідко пов'язаний з РУ. Також включені менші інвестиції, спрямовані на боротьбу з комахами-шкідниками та нематодами, для яких біоциди є менш ефективними та більш небезпечними. Патологія рослин була дисципліною, найбільш тісно пов'язаною з селекцією пшениці з самого початку, багато патологів стали успішними селекціонерами. Перші окремі ідентифіковані гени були основними генами стійкості до іржі, а через багато років, у 2003 році, було секвеновано перший ген іржі пшениці. Будучи серйозним захворюванням, яке не знає кордонів, іржа стала причиною перших міжнародних скринінгових розплідників, як уже згадувалося. З тих пір ця співпраця розширилася, і безліч головних і другорядних генів стійкості до іржі було ідентифіковано, каталогізовано, іноді секвеновано та вільно надано та використано селекціонерами по всьому світу. Системи раннього попередження та постійне розгортання нових головних генів і більш стійких другорядних означають, що втрати врожаю пшениці через іржу зараз нижчі, ніж будь-коли, незважаючи на очевидну однорідність сучасних сортів пшениці. Це потужна данина необмеженій міжнародній співпраці між селекціонерами пшениці та патологами іржі; поточна ініціатива *Borlaug Global Rust Initiative (BGRI)* є останньою ітерацією цього процесу.

Оскільки сьогодні втрати врожаю через іржу дуже низькі, розведення іржі тепер спрямоване більше на підтримку стійкості із застосуванням більш стійких генів стійкості, включаючи рішення ГМ. Також приділено увагу численним іншим хворобам пшениці, для багатьох з яких стійкість рослин-господарів може бути ефективною. Однак немає місця для самовдоволення, оскільки нові хвороби та нові вірулентності можуть загрожувати пшениці в будь-який час і легко поширюватися в нашому взаємопов'язаному світі. Останнім прикладом пшениці є ураження пшениці (Magnaporthe oryzae pathotype Triticum), яке вперше було помічено в Бразилії в 1985 році, а тепер в Азії (Бангладеш у 2016 році) та Африці (Замбія в 2018 році).

Основною метою сучасної селекції пшениці є підвищення врожайності шляхом усунення пов'язаних із врожайністю недоліків, таких як вилягання та осипання, встановлення оптимальної висоти та дати цвітіння, а також прагнення підвищити власну врожайність. Селекційний прогрес на врожайність зазвичай вимірюють у випробуваннях урожаю [6]. Якщо управління відмінне, вода достатня, а хвороби відсутні або контрольовані, це вимірює потенційну врожайність (PY) за найкращих агрономічних умов і погоди на той час, таким чином включаючи прогрес через G x M. Якщо водопостачання недостатнє, як у багатьох богарних країнах регіонах ми маємо водно-обмежений потенційний урожай (PYw). Тепер існують нові способи вимірювання такого прогресу для багатомісних багаторічних національних випробувань [6]. Усюди стверджується, що прогрес найефективніше виражається, як зазначено вище, відносно врожайності найновіших сортів будь-якої серії. Були отримані останні звіти щодо прогресу селекційної врожайності пшениці з усього світу [7]: з 34 ситуаційних досліджень середня швидкість прогресу становила  $0,58 \pm 0,034$  % на рік, коливаючись від 0,2 % до 1,1 % на рік. Не було істотної різниці в темпах розвитку між ярою та озимою пшеницями, а також між PY та PYw. Останні темпи прогресу селекційної врожайності рису, кукурудзи та сої в середньому становили також близько 0,6% до 0,7% річних [42, 43].

## 2. УМОВИ ВИКОНАННЯ ДОСЛІДІВ

*Об'єктом дослідження* були властивості зразків пшениці озимої по врожайності, елементам структури врожайності та якості, також ретельно були проведені спостереження за фенологією онтогенезу в порівнянні вітчизняних та чеських форм в умовах Півночі Степу, де розташовано науково-дослідне поле Дніпровського державного аграрно-економічного університету, а саме село Олександрівка Дніпровського району Дніпропетровської області.

*Предметом* наших досліджень була генетично-обумовлена варіативність основних показників продуктивності та хлібопекарської якості, особливості генотип-середовищної взаємодії, межі в реалізації окремих ключових ознак та роль їх у формуванні потенціалу степового та західноєвропейського екотипу сорту пшениці озимої.

Науково-дослідне поле Дніпровського державного аграрно-економічного університету знаходиться у селищі Олександрівка Дніпропетровського району, Дніпропетровської області, як частина науково-навчального центру університету, відстань від м. Дніпро відстань приблизно 22 км. Профіль науково-дослідне поле Дніпровського державного аграрно-економічного університету пов'язаний переважно з рослинництвом зернових та технічних культур.

Північна підзона Степу України знаходиться суттєво південніше осі переходу температур та відповідає специфічним лише для неї варіаціям повітряних мас. Переважають у даному регіоні, як і для всього Степу України, циркуляція більш вологих атлантичних мас з оминанням північніше, тобто вони фактично не заходять. Переважно, повітряну циркуляцію посушливих районів формують циркуляції з півночі та сходу-півночі, для котрих характерна висока посушливість, вони формуються північніше від тропічних повітряних фронтів.

Літні південні повітряні маси орієнтовані переважно на тропічні континентальні вітри, більш вологі атлантичні повітряні маси не досягають таких посушливих районів як Північ Степу через їхню перешкоду.

**Таблиця 2.1.** Опадів в роки дослідження, мм

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	середнє за рік
2021	14	11	5	7	27	10	8	17	11	43	51	31	278
2022	33	22	31	11	53	114	81	81	23	53	21	81	580
2023	33	23	31	11	53	103	81	86	23	53	21	71	553
середні багаторічні	50	40	40	38	50	60	60	40	40	40	50	60	510

В січні географічно температурна середня змінюється на сході від  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а липневі температури варіюють за тим же принципом від  $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Характерне поступове зниження середньої вологості по роках від 500 мм до 350 мм починаючи з півночі та заходу на південь та схід.

**Таблиця 2.2.** Температура повітря протягом дослідження,  $^{\circ}\text{C}$ .

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	середнє за рік
2021	-6,2	-5,2	0,2	8,2	16,2	18,2	21,2	20,2	18,2	8,3	1,2	3,2	7,2
2022	-7,1	-5,2	0,2	8,2	11,2	15,2	21,2	23,2	17,2	7,2	2,2	2,2	6,4
2023	-11,1	-6,2	12,1	20,2	27,2	31,1	27,2	31,2	16,3	7,2	2,2	3,1	13,2
середні протягом спостережень	-7,2	-5,2	-0,2	8,2	15,2	18,2	21,2	20,2	14,2	8,2	1,2	-3,2	7,2

Ключовою особливістю ґрунтово-кліматичних умов степової частинами є наявність значної кількості гідрологічних ресурсів, переважно у вигляді великої кількості річних ресурсів. В цій зоні розташована частина Дніпра, Південний Буг, Подністров'є, нижня течія Дунаю. Також на у степовій зоні розміщена



частина Сіверського Дінця. Велика кількість регіональних гідррологічних ресурсі.

До специфічних особливостей відноситися велика кількість посух, умови дуже різкі за водним забезпеченням. Ці періоди поєднані з високими температурами.

**Таблиця 2.3** Структура посівних площадей на науково-дослідному полі,  
2023 рік

Площа та культура на площі	Площа, га	Від загальної площі, %
1. Площа полей дослідного поля	68	100,0
2. С.-г. угіддя	62	95,2
3. Рілля	24	31,0
4. Під іншими культурами	3	4,2
5. Зернові та зернобобові	15	23,5
6. Технічні просапні	20	31,2
7. Технічні непросапні	3	8,0

Перспективними науковими дослідженнями науково-дослідне поле Дніпровського державного аграрно-економічного університету обґрунтоване впровадження посівних площ з виробництва зернових колосових культур, у таблиці 2.4 показано структур площ у сівозміні.

Дані щодо структури посівних полів науково-дослідне поле Дніпровського державного аграрно-економічного університету показали, що на полях наукового центру університету перевагу мають зернові та зернобобові культури, іноді займаючи до третини усіх посівних угідь, це обумовлено проведенням наукових досліджень та їх напрямками та присутністю великих польових масивів під насінневими посівами сортів селекції університету (пшениця озима).

Звичайно, що властиво й для інших господарств, вагомою є наявність технічних культур (соняшник).

Площа полів під цією сівозміною становить 63 га.

Стали розвиток аграрного сектору має особливе значення для науково-дослідних земельних угідь. В цьому випадку в повному обсязі проявляються усі несприятливі тенденції характерні для нераціонального використання земельного фонду.

**Таблиця 2.4.** Регулювання сівозміни на дослідних полях

Сівозміна та її площа, га	Схема чергування культур у сівозмінах	№ поля	Фактичне розміщення культур у полях за останні 3 роки		
			2021 р.	2022 р.	2023 р.
польова сівозміна, 62 га	Чорний пар	1	Соняшник	Чорний пар	Чорний пар
	Озима пшениця	2	Чорний пар	Соняшник	Озима пшениця
	Соняшник	3	Озима пшениця	Озима пшениця	Кукурудза на зерно
	Жито	4	Кукурудза на зерно	Кукурудза на зерно	Жито
	Озима пшениця	5	Жито	Жито	Озима пшениця
	Кукурудза на зерно	6	Озима пшениця	Озима пшениця	Соняшник

Земельні перетворення, що проводяться на території країни призвели до суттєвих змін структур земельних угідь з точки зору власності та іншим співвідношенням у формах господарювання. Так, на зараз до 70 % усієї сільськогосподарської продукції виробляється у крупних господарствах

приватної форми власності. За великими господарствами залишається по регіонах до 80 % від усіх угідь, у той же час переведення до приватної власності великих масивів землі призвело до суттєвих проблем пов'язаних з недотриманням сівозмін, зубожінням природного рівня ґрунтів, недотриманням заходів проти ерозії, ґрунтозахисного землеробства. Контролю за усім цим майже немає.

### 3. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ

На дослідях науково-освітнього центра практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету оцінювали за параметрами продуктивності та якості 10 генотипів пшениці озимої в порівнянні української та чеської селекції (західноєвропейський екотип). Для порівняння по врожайним та якісним характеристикам використовували самий стабільний генотип у наших умовах з проявом цих ознак сорт Подолянка.

Крім сорту-стандарту Подолянка також досліджували в порівнянні ще 9 генотипів пшениці озимої місцевої та чеської селекції Комерційна, Співанка, Penelope, AF Oxana, AF Jumiko, Dancing Queen, Pirueta, Illusion, Sally. Дослідні ділянки для визначення ознак були розміщено у трьох повторностях, регулярним чином, площа 5 м<sup>2</sup> повторності, сорт-стандарт як контроль висівався один раз на увесь дослід. При посіві урахували МТЗ конкретного сорту, в залежності від цього й визначалась норма висіву.

Оцінки за фенологією онтогенезу розвитку сортів пшениці озимої проводили за критичними фазами, несприятливими погодними періодами, починаючи зі входу в зимовий період, перебування при дії низьких температур, вихід з несприятливого періоду, початок активної вегетації, фази виходу в трубку, колосіння, цвітіння, молочної та молочно-воскової стиглості, повної стиглості. Оцінювали не лише стан рослин, але й ураженість хворобами, наявність шкідників, бур'янів. Дані занотовували до журналу спостережень.

За допомогою суцільного комбайнування виконували облік врожайності зерна з дослідних ділянок (Сампо-130) з наступним зважуванням зразків окремо та перерахунком на вологість у 14% (середні обраховували за трьома повтореннями), проводили аналіз елементів структури врожайності вимірюванням та обмолотом 30 гарно розвинених, типових рослин. Визначали коефіцієнт господарської придатності сорту, вагу зерна з головного колосу та рослини, висоту рослини, продуктивну та загальну кущистість, масу тисячі зерен (тут та далі МТЗ).

Щодо наявності білка та компонентів запасних білків послідовно визначали за допомогою приладу Спектран-119Р (щодо наявності білку та клейковини, наважка 10 г), гліадинів та глютенінів як складових запасних білків зерна методом RP-HPLS (, наважка 0,0518 г) за модифікованими внутрішньолабораторними протоколами. Кожне дослідження проводили три рази.

Математико-статистичний аналіз виконували модулем факторного аналізу ANOVA та проводили попарне порівняння тестом Тьюкі, ідентифікували різні групи за кластерним аналізом, ключові ознаки, що впливали на формування врожаю визначали методом дискримінантного аналізу. Для обробки використовували пакети «описова статистика та «багатовимірні методи аналізу» програми Statistic 8.0.

#### 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВРОЖАЙНО-ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ

Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.) – одна з найбільш поширених зернових культур [1, 2]. За останні три сезони (2018–2021 рр.) світові площі пшениці становили 213,9–219,0 млн га, а врожайність зерна коливалася від 732,1 до 760,9 млн тон. Найбільшими світовими виробниками пшениці в сезоні 2020–2021 років були Китай (134,3 млн т), Індія (107,6 млн т), Росія (85,9 млн т), США (49,7 млн т), Канада (35,2 млн т), Франція (30,1 млн. тон) і Україна (24,9 млн. тон). Пшениця також є найважливішою зерновою культурою в ЄС, у тому числі в Польщі [2,3]. У 2018–2022 роках посівні площі пшениці в Польщі становили 2,4–2,5 мільйона гектарів, а врожай коливався від 8,6 мільйона тон у сезоні 2018–2019 років до 12,4 мільйона тон у сезоні 2020–2021 років.

Пшениця, завдяки цінному хімічному складу зерна та винятковим технологічним властивостям, є основною зерновою культурою для харчової промисловості, яку в багатьох країнах називають так званою хлібною крупою [4, 5]. Зерно пшениці є джерелом вуглеводів, білків, харчових волокон і жирів, а також мінеральних речовин (зокрема Р, К, Са, Mg), вітамінів групи В та інших біоактивних речовин [6].

Пшеницю слід вирощувати таким чином, щоб забезпечити високий урожай зерна належної якості, що відповідає вимогам харчової промисловості [7]. Урожайність і якість зерна пшениці визначаються багатьма факторами, зокрема генотипом (сортом), умовами місцезростання (грунтово-кліматичними) та агротехнікою [8–23]. Ці фактори також впливають на економічну доцільність виробництва та забезпечення продовольчої безпеки [24–27]. За прогнозами Організації Об'єднаних Націй, до 2050 року населення світу зросте приблизно до 10 мільярдів [28], тому важливо звернути увагу на можливості задоволення зростаючого глобального попиту на продовольство для постійно зростаючого населення [3].

Нині вирощування пшениці здебільшого, особливо у

високорозвинутих країнах, здійснюється інтенсивним способом (конвенційна система), який базується на широкому застосуванні мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин [24]. Така система виробництва забезпечує високі врожаї [24,29–31], але пов'язана з багатьма ризиками, особливо для навколишнього середовища [32]. У зв'язку з необхідністю зменшення шкідливого впливу сільського господарства на навколишнє середовище, використання менш інтенсивних методів виробництва в даний час є одним із пріоритетів сільськогосподарської політики Європейського Союзу (European Green Deal), яка рекомендує стале використання мінеральних добрив і рослин. засоби захисту в сільськогосподарському виробництві (інтегрована система) або використання тільки природних методів (органічна система).

Однією з головних цілей цієї стратегії є збільшення площі органічного землеробства до 25% від загальної сільськогосподарської площі в ЄС до 2030 року [3,33]. Варто підкреслити, що наразі економічні міркування, а саме підвищення цін на мінеральні добрива та засоби захисту рослин, зумовлене, в тому числі, політичною ситуацією, також змушують сільгоспвиробників вводити обмеження на використання промислових ресурсів [34].

Врожайні та якісні параметри для зернових колосових є ключовими властивостями у забезпеченні сталого розвитку аграрного сектору будь якої країни. Вагому частину зернового сектора в харчуванні українців (що взагалі характерно для країн Східної Європи) займає озима пшениця, що має найвищі світові валові збори зерна, котрі сягають до 800 млн. т. Слід зазначити, що ці цифри суттєво коригують з року в рік та вагомо залежать від ґрунтово-кліматичних умов. Навіть за умови сучасного інтенсивного аграрного виробництва, флюктуаційні характеристики динаміки виробничого процесу за цієї культури здатні сягати 50 та більше відсотків.

Системні дослідження з придатності вирощування конкретних сортів до умов регіону проводяться в рамках екологічного випробування кафедри селекції і насінництва. Проводиться оцінка придатності окремих зразків

широкого еколого-географічного походження, їх врожайних та якісних властивостей, особливостей онтогенезу, стійкості до біо- та абіотичних чинників. Дана експериментальна частина стосується проведеного сортовипробування та порівняння стандарту, сортів місцевої та чеської селекції за всіма можливими параметрами та ознаками в умовах зони нестійкого зволоження для групи сортів різного походження (всього 10 сортів).

Зразки в експерименті були дібрані таким чином, щоб з максимально відтворити існуюче біорізноманіття матеріалу, котрого можна використати для нашого регіону (таблиця 1). За даними показано 10 сортів – як стандарт був використаний зразок сорту Подолянка, порівнювали сорти Комерційна, Співанка, Penelope, AF Oхana, AF Jumiko, Dancing Queen, Pirueta, Illusion, Sally (селекції Чеської республіки та Словаччини, від щонайменше трьох державних та приватних селекційних центрів).

**Таблиця 1.** Характеристика за фенологічними спостереженнями.

Сорт	Ості	Стебло	Строки	Розвиток
Подолянка	б/о	с	сс	н-і
Комерційна	б/о	с	сс	і
Співанка	о	с	сс	н-і
Penelope	б/о	к/с	п	і
AF Oхana	б/о	к/с	п	і
AF Jumiko	б/о	к/с	п	і
Dancing Queen	б/о	к/с	п	і
Pirueta	б/о	к/с	п	і
Illusion	б/о	к/с	п	і
Sally	б/о	к/с	п	і



Примітка: б/о – безостий, о – остистий, с – середньорослий, к/с – короткостебловий, сс – середньостиглий, п – пізньостиглий, н-і – напівінтенсивний, і – інтенсивний.

Серед сортів представлені переважно безості форми, остиста лише одна, вітчизняна Співанка, слід зауважити, що всі іноземні сорти безості. Ураховуючи сучасні тенденції, це пояснюється як більш високою потенційною їхньою стійкістю до ентошкідників, так і відповідним добором вихідного матеріалу, перш за все специфічними чеськими генотипами з високою якістю. Усі вітчизняні зразки відносяться до середньостиглих форм, у той час як іноземні виключно пізньостиглі. Це може обумовлювати суттєву вразливість даної групи сортів від пізньовесняних та раньолітних посух, котрі властиві для нашого регіону. Водночас з тим, зовсім відсутні ранньостиглі форми, котрі бажано б мати для стабілізації врожайності по роках. Вочевидь, перевага надається можливостями максимального використання потенційного часу вегетаційного періоду для формування більш високою продуктивності та якості зерна. Альтернативою могло б стати використання специфічного типу мутацій.

Більшість рослин іноземної селекції відносяться до короткостеблових форм, на рівні 60-80 см., у той час як вітчизняні сорти переважно середньорослі, що теж на користь сортів західноєвропейського еко типу, ураховуючи як більшу стійкість до вилягання, так і більші можливості з точки зору переважної витрати поживних речовин на формування господарсько-цінної частини врожаю. Два з трьох сортів вітчизняної селекції напівінтенсивні, в той час як усі чеські зразки відносяться до інтенсивного типу за особливостями куща, онтогенезу та характером його перебігання, у відповідності до реакції на технологію вирощування.

Особливостями регіону є доволі високі та жорсткі вимоги до зимостійкості використаних сортів, особливо при наявності тривалого періоду критичних безсніжних та з високими низькими температурами періодів (таблиця 2). Фенологічні спостереження в цілому відповідають даним

лабораторного аналізу зимостійкості та показують, що зимостійкість була обумовлена як генетично ( $F = 12.17$ ;  $F_{0.05} = 6.02$ ;  $P < 0.01$ ), так і ґрунтово-кліматичними умовами ( $F = 15.24$ ;  $F_{0.05} = 3.87$ ;  $P < 0.01$ ).

**Таблиця 2.** Онтогенез рослини зразків під час перезимівлі.

Зразок	Всхожість	До зимового періоду	По зимовому періоду
Подольянка	5,0	5,0	5,0
Комерційна	5,0	5,0	4,8
Співанка	5,0	5,0	5,0
Penelope	5,0	4,5	4,25
AF Oхана	5,0	4,5	4,25
AF Jumiko	5,0	4,5	4,25
Dancing Queen	5,0	4,5	4,25
Pirueta	5,0	4,5	4,0
Illusion	5,0	4,5	4,25
Sally	5,0	4,25	4,0

Висока схожість при посіві характерна для всіх сортів пшениці озимої без винятку, що свідчить про гарні посівні якості отриманого матеріалу без винятку, стан рослин в період до зими був незначно гірший у чеських зразків на користь вітчизняних сортів, але різниця була в цілому недостатньою для яких-небудь висновків. За результатами зимових періодів років дослідження, урахувавши те, що зимові умови були відносно помірними, різниця стала ще більшою. Більш вразливими були рослини сорту Pirueta, сорт Sally також в результаті перезимівлі незначно, переважно в плані розвитку кореневої системи. Таким чином, для сортів іноземної селекції характерна нижча зимостійкість, але ця різниця статистично достовірна. Загалом, наврядчи це суттєво вплине на врожайні та якісні властивості культури.

Врожайні якості досліджували три вегетаційні сезони (при цьому кращим з точки зору формування ознаки був останній рік) (таблиця 3), також, ураховано так ознаки інтенсивності типу розвитку як коефіцієнт господарської придатності через частку зерна в загальній біопродуктивності. Ця ознака залежить переважно від архітектури рослин та особливостей будови в характеризує спроможність направити генетично-обумовлений потенціал продуктивності на формування зернової або вегетативної частини продуктивності. В цілому, вищий більш характерний для сортів іноземної селекції, переважно сорти AF Охана та AF Jumiko, по іншим різниці фактично була менша. В цілому показник є цінною складовою для ідентифікації продуктивних форм у випадку нашого дослідження.

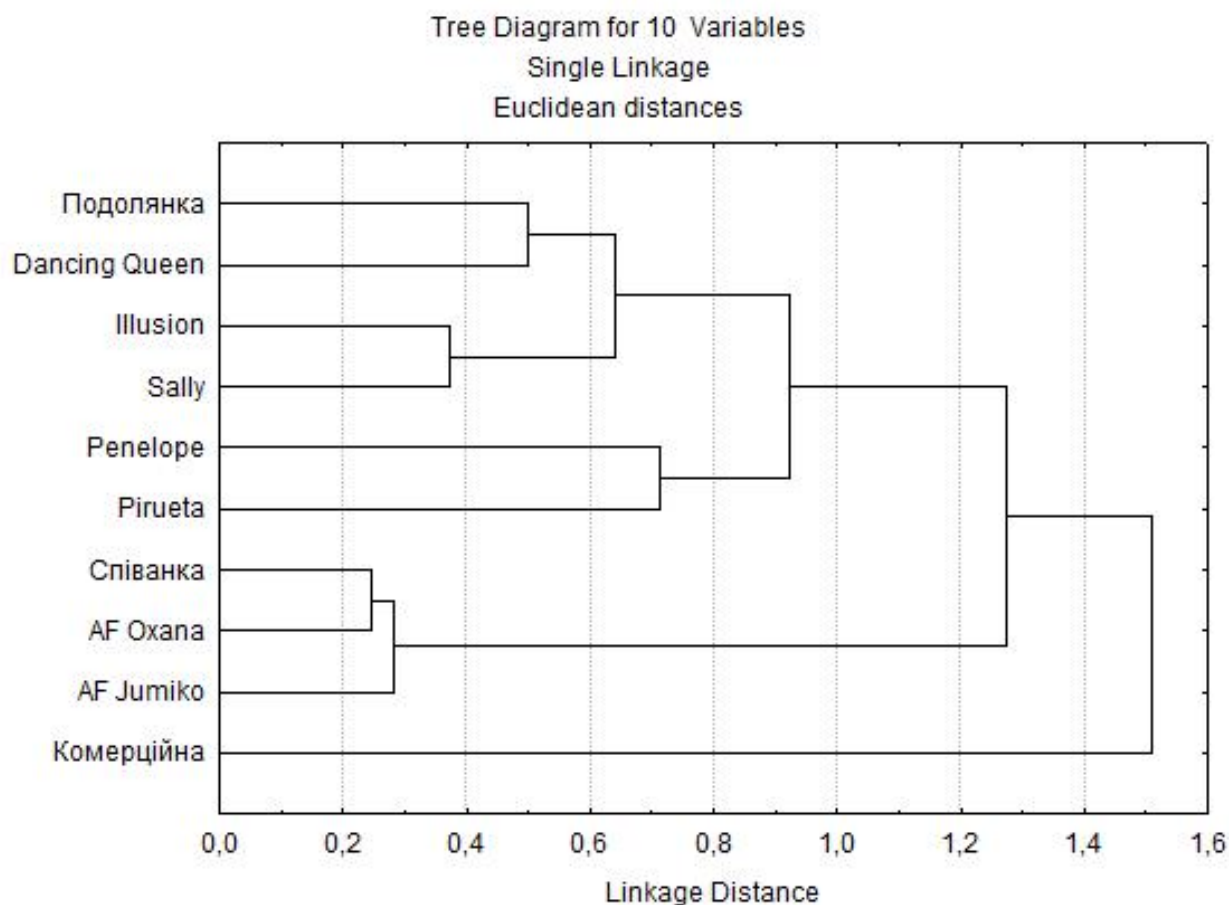
**Таблиця 3.** Врожайність зразків в порівнянні та по роках.

Зразок	K <sub>господарської придатності</sub>	Рік, т га <sup>-1</sup>			Середня
		2021	2022	2023	
Подольанка	41,2 ± 1,1 <sup>a</sup>	6,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	6,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	7,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	6,9 ± 0,2 <sup>a</sup>
Комерційна	40,6 ± 1,2 <sup>a</sup>	7,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	7,3 ± 0,2 <sup>b</sup>	5,7 ± 0,2 <sup>b</sup>	7,0 ± 0,2 <sup>a</sup>
Співанка	42,2 ± 1,2 <sup>a</sup>	7,5 ± 0,1 <sup>b</sup>	7,4 ± 0,1 <sup>b</sup>	7,9 ± 0,1 <sup>c</sup>	7,6 ± 0,3 <sup>b</sup>
Penelope	42,1 ± 1,1 <sup>a</sup>	6,1 ± 0,2 <sup>c</sup>	5,6 ± 0,1 <sup>c</sup>	5,8 ± 0,1 <sup>b</sup>	5,8 ± 0,2 <sup>c</sup>
AF Охана	47,2 ± 1,3 <sup>b</sup>	7,7 ± 0,2 <sup>b</sup>	7,5 ± 0,1 <sup>d</sup>	7,8 ± 0,1 <sup>c</sup>	7,6 ± 0,3 <sup>b</sup>
AF Jumiko	46,1 ± 1,2 <sup>b</sup>	7,7 ± 0,1 <sup>b</sup>	7,7 ± 0,1 <sup>d</sup>	8,0 ± 0,1 <sup>c</sup>	7,8 ± 0,2 <sup>b</sup>
Dancing Queen	44,2 ± 1,3 <sup>b</sup>	6,5 ± 0,2 <sup>a</sup>	7,1 ± 0,2 <sup>ab</sup>	7,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	6,7 ± 0,2 <sup>a</sup>
Piruetta	43,5 ± 1,2 <sup>b</sup>	6,0 ± 0,2 <sup>c</sup>	6,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	5,9 ± 0,1 <sup>b</sup>	6,1 ± 0,2 <sup>c</sup>
Illusion	43,5 ± 1,2 <sup>b</sup>	6,9 ± 0,1 <sup>a</sup>	6,5 ± 0,2 <sup>a</sup>	6,5 ± 0,2 <sup>d</sup>	6,6 ± 0,2 <sup>a</sup>
Sally	44,2 ± 1,2 <sup>b</sup>	6,6 ± 0,2 <sup>a</sup>	6,3 ± 0,2 <sup>a</sup>	6,6 ± 0,2 <sup>d</sup>	6,5 ± 0,2 <sup>a</sup>

Формування врожайності було обумовлено як генетичними потенціями сорту ( $F = 7.92$ ;  $F_{0.05} = 5.45$ ;  $P = 0.01$ ), так і ґрунтово-кліматичними умовами ( $F$

= 13.23;  $F_{0.05} = 3.81$ ;  $P < 0.01$ ). Щодо детального аналізу за результатами всього трирічного періоду дослідження, то контроль сорт Подолянку в польовому експерименті переважали три сорти AF Охана ( $F=15.22$ ;  $F_{0.05}=3.55$ ;  $P<0.01$ ), Співанка ( $F=9.10$ ;  $F_{0.05}=3.55$ ;  $P=0.01$ ), AF Jumiko ( $F=15.65$ ;  $F_{0.05}=3.55$ ;  $P<0.01$ ). Але варто деталізувати ці відмінності по роках, та зазначити, що лише сорти Penelope та Rigeta вагомо поступалися стандарту (та поступалися усі роки), усі інші в цілому сформували врожайність на його рівні. Причому сорт Комерційна у 2021-2022 роках показав суттєву перевагу над стандартом, та різко поступився у 2023 році, що свідчить про його нестабільність. Сорт Dancing Queen незначно перевищив стандарт у 2022 році, нестабільними у прояві параметру також були інші сорти Illusion, Sally, що в окремі роки могли значно поступатися стандарту, причому переважно в більш оптимальний 2023.

Для класифікації та більш точного встановлення динаміки сортів по врожайності за роками випробування та в залежності від походження був послідовно проведений кластерний аналіз (Рис.1), котрий дозволив групувати генотипи на шість класів, з них три мінорні за поведінкою, потім провести аналіз впливу генотипової та генотип-середовищної компоненти (Рис. 2 та 3).



**Рис. 1.** Результати кластерного аналізу по врожайності.

В першій групі були зразки Подолянка та Dancing Queen, що кожного року ніяк не відрізнялися за врожайністю один від одного і демонстрували високий рівень стабільності.

До другої групи належали зразки Illusion, Sally, що в окремі роки могли значно поступатися стандарту, а в інші бути за зерновою продуктивністю на його рівні.

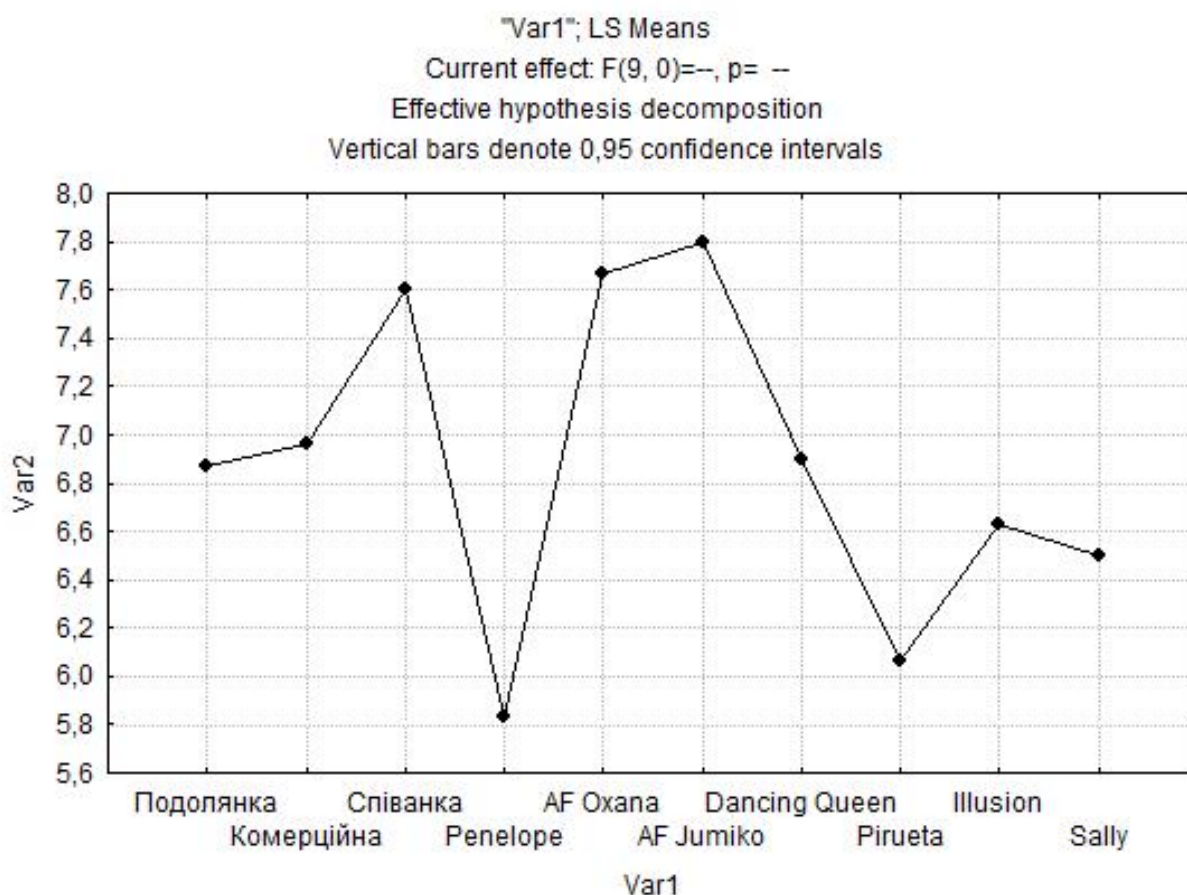
Далі йдуть мінорні групи, що склалися з окремих зразків Pirueta, котрий досяг стандарту за результатами одного з років, але навіть в цьому році не перевищив показника кластеру стандарту та в цілому за підсумками польових дослідів був на рівні контролю.

Четверта мінорна група складалася з сорту Penelope, котрий значно кожного року та за підсумками поступався контролю.

П'ята найбільша група – зразки AF Oxana, Співанка, AF Jumiko, котрі стабільно статистично достовірно переважали контроль та є найбільш перспективним за врожайними якостями кластером.

Шоста мінорна група – зразок Комерційна, котрий два роки значно переважав стандарт, на третій також значно йому поступився. В цілому врожайність на рівні стандарту Подолянка.

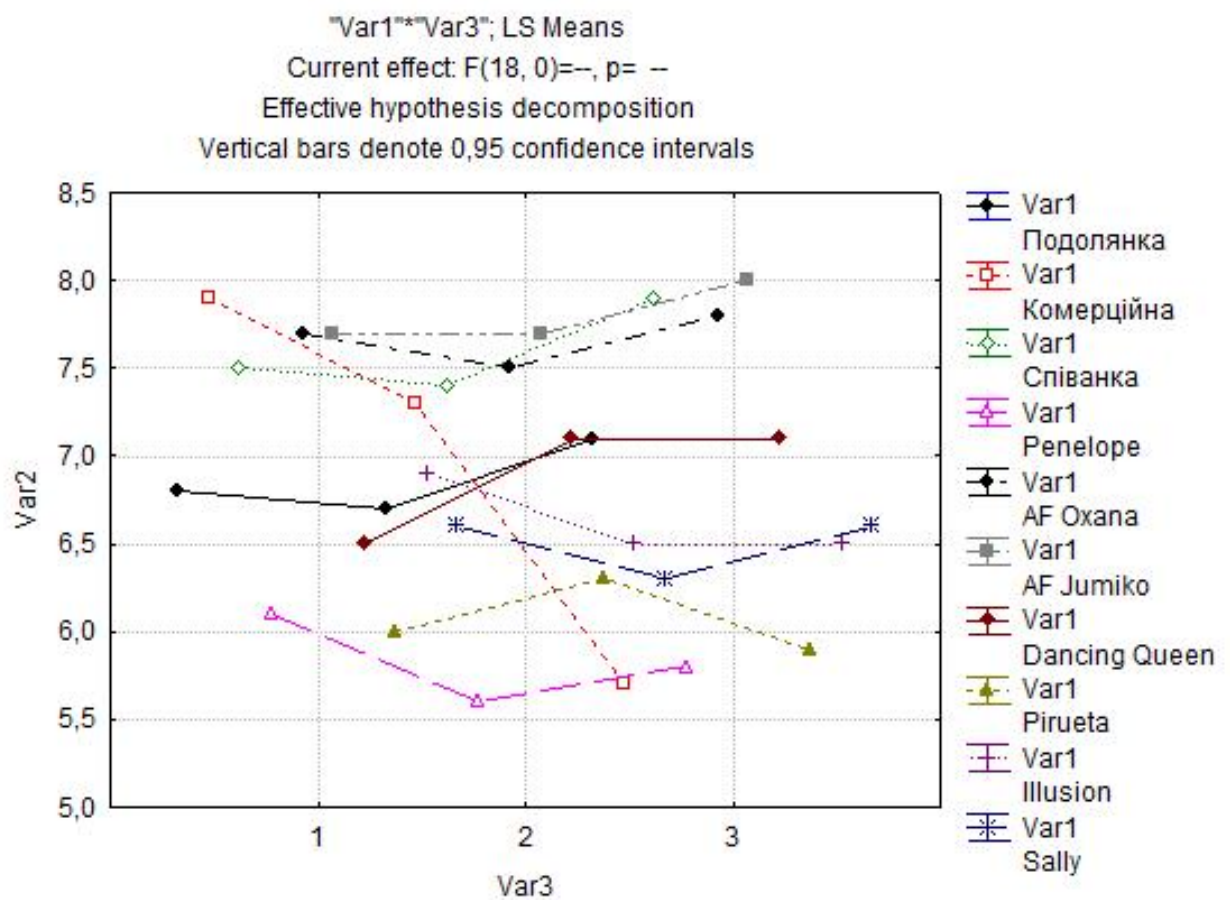
За підсумком аналізу по врожайності варто виділити так зразки як AF Oxana, Співанка, AF Jumiko, тобто остання група, котрі як стабільно по роках, так і в цілому перевищують стандарт за цією ознакою. Сорт Комерційна потребує додаткових досліджень з можливістю виявлення якоїсь випадкової або обумовленої однією з компонент (генотип, або генотип-середовище) флуктуацією.



**Рис. 2.** Стабільність генотипів по роках.

Аналіз за генотиповою варіансою показав, що найменше значення у визначені продуктивності вона мала для сорту Penelope, а найбільшу для

сортів AF Oxana, Співанка, AF Jumiko, Dancing Queen. Таким чином, переваги по врожайності не є випадковими моментами, а обумовлені саме дією генотипу. Ця компонента значна й в інших сортів, але приблизно на одному й тому ж рівні, варіативність статистично недостовірна. Таким чином, за генотиповою варіансою знайшли 5 групи за впливом компонента варіативності.



**Рис. 3.** Генотип-середовищна взаємодія.

Щодо взаємодії генотипа та середовища (кліматичного чинника по роках), то у більшості генотипів він був цілком стабільним та статистично недостовірним а мінливістю по роках, крім сорту Bombasta, у котрого виникли певні проблеми в перший рік дослідження, але більш-менш в рамках норми та сорту Комерційна, для котрого характерні дуже різні значення цієї компоненти по роках, що свідчить про достатньо широкі межі екологічної адаптивності і потенційну наявність декількох біотипів, що не є бажаним для сорту. Ще це

можно було б пояснити дуже нетиповими умовами року, але такого не спостерігалось по-перше, по-друге мінливість досить висока для всіх років випробування.

Для виявлення зв'язків між формування врожайності та досконалістю окремих ознак була проведений структурний аналіз за основними компонентами елементів структури врожайності, що з'ясував наступне. Щодо висоти рослин, то фактично сорти побилися на дві групи, де вітчизняні були середньостебловими, іноземні – короткостебловими. Озерненість головного колосу у сортів іноземної селекції переважала таку для вітчизняних сортів в цілому також, взагалі для них характерний довгий, гарно озернений колос. У українських сортів колос суттєво в середньому коротший, та колоски посаджені рідше. Вочевидь ця ознака була спеціально доопрацьована в ході селекційного процесу.

Ознака ваги зерна з колосу вже була більш інформативною, так вона була вищою зі статистичною достовірністю у сортів AF Охана ( $F = 9.23$ ;  $F_{0.05} = 5.45$ ;  $P = 0.01$ ), Співанка ( $F = 8.57$ ;  $F_{0.05} = 5.45$ ;  $P = 0.01$ ), AF Jumiko ( $F = 9.24$ ;  $F_{0.05} = 5.45$ ;  $P = 0.01$ ). Зрозуміло, що для отримання високої врожайності ключове значення має наявність довгого, гарно озерненого колоса. Зерно повинно бути виконаним та мати достатню вагу.

Показник ваги зерна з рослини показав ту ж саму картину, тобто перевагу цих трьох сортів. Таким чином вони мали не лише гарний головний колос, але й більш розвинені додаткові пагони, котрі дали добре розвинені додаткові колоси, значимі для продуктивної кущистості генотипів. Тобто представлені зразки формували продуктивність як за рахунок головного, так і за рахунок додаткових колосів за змішаною моделлю.

Показник МТЗ остаточно підтвердив ці ствердження. Він знов перевищував усі інші у групи більш врожайних сортів AF Охана ( $F = 11.18$ ;  $F_{0.05} = 5.45$ ;  $P = 0.003$ ), Співанка ( $F = 9.67$ ;  $F_{0.05} = 5.45$ ;  $P = 0.01$ ), AF Jumiko ( $F = 12.13$ ;  $F_{0.05} = 5.45$ ;  $P = 0.002$ ) та був нижчий у менш врожайного сорту.



**Таблиця 4.** Ознаки загальних елементів структури врожайності ( $\bar{x} \pm SD$ , n = 30)

Зразок	Висота рослини, см	З основного колосу		Вага зерна з рослини, г.	МТЗ, г.
		Кількість зерна, шт.	Вага зерна, г.		
Подольнка	100,5 ± 1,1 <sup>a</sup>	35,6 ± 3,7 <sup>a</sup>	1,4 ± 0,2 <sup>a</sup>	4,1 ± 0,4 <sup>a</sup>	50,3 ± 1,2 <sup>a</sup>
Комерційна	97,6±1,6 <sup>a</sup>	34,8 ± 4,7 <sup>a</sup>	1,4 ± 0,2 <sup>a</sup>	4,2 ± 0,3 <sup>a</sup>	49,6 ± 1,7 <sup>a</sup>
Співанка	97,5±1,4 <sup>a</sup>	34,9 ± 2,7 <sup>a</sup>	1,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	5,0 ± 0,2 <sup>b</sup>	54,1± 1,1 <sup>b</sup>
Penelope	77,1±2,1 <sup>b</sup>	34,6 ± 3,0 <sup>a</sup>	1,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,7 ± 0,3 <sup>c</sup>	40,2 ± 2,0 <sup>c</sup>
AF Охана	75,3±1,9 <sup>b</sup>	40,0 ± 3,4 <sup>b</sup>	2,2 ± 0,2 <sup>b</sup>	5,1 ± 0,3 <sup>b</sup>	55,5 ± 2,1 <sup>b</sup>
AF Jumiko	76,1 ± 1,4 <sup>b</sup>	38,9± 3,4 <sup>b</sup>	2,3 ± 0,2 <sup>b</sup>	4,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	56,3 ± 1,9 <sup>b</sup>
Dancing Queen	74,1 ± 1,4 <sup>b</sup>	39,8 ± 2,5 <sup>b</sup>	1,6 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,5 ± 0,4 <sup>c</sup>	40,9 ± 2,1 <sup>c</sup>
Piruetta	75,1 ± 1,6 <sup>b</sup>	40,2 ± 2,7 <sup>b</sup>	1,2 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,3 <sup>c</sup>	40,0 ± 2,1 <sup>c</sup>
Illusion	74,3 ± 2,4 <sup>b</sup>	40,3 ± 3,1 <sup>b</sup>	1,4 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,4 ± 0,3 <sup>c</sup>	40,1 ± 2,1 <sup>c</sup>
Sally	76,2 ± 1,3 <sup>b</sup>	42,2 ± 3,3 <sup>b</sup>	1,4 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,4 ± 0,2 <sup>c</sup>	41,5 ± 2,1 <sup>c</sup>

Таким чином висока врожайність формувалася змішаним шляхом як за рахунок наявності гарно розвиненого та максимально повноцінного головного колосу, так і завдяки високій та ефективній продуктивній кущистості.

Фотосинтетична активність у стадії колосіння у досліджуваних зразків (таблиця 5) показала, що в цілому ця активність була суттєво вища в чеських зразках ( $F = 9.18$ ;  $F_{0.05} = 5.45$ ;  $P < 0.01$ ). також перевагу отримали самі врожайні зразки AF Охана та AF Jumiko, до них додався зразок Piruetta, що також показав високу активність. Таким чином, в рамках груп вона частково пов'язана як ознака з високою врожайністю зерна, але не можна вважати, що цей зв'язок є абсолютним та зразки з високою фотосинтетичною активністю здатні мати доволі посередню врожайність, більш того, навіть поступатися за цим показником стандарту.

**Таблиця 5.** Фотосинтетична активність зразків пшениці ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n = 5$ )

Зразок	SPAD	Хлр(a+b), мкмоль/м <sup>-2</sup>
Подільянка	50,4 ± 1,2 <sup>a</sup>	671,4 ± 12,9
Комерційна	49,3 ± 1,5 <sup>a</sup>	641,3 ± 13,5
Співанка	51,3 ± 1,2 <sup>a</sup>	713,0 ± 13,1
Penelope	55,2 ± 1,4 <sup>b</sup>	752,7 ± 13,1
AF Oхана	57,5 ± 0,5 <sup>c</sup>	785,5 ± 7,1
AF Jumiko	57,6 ± 0,5 <sup>c</sup>	805,5 ± 8,2
Dancing Queen	55,4 ± 0,9 <sup>b</sup>	764,9 ± 7,4
Piruetа	57,8 ± 0,7 <sup>c</sup>	845,1 ± 6,7
Illusion	55,7 ± 0,6 <sup>b</sup>	744,9 ± 6,4
Sally	56,6 ± 1,1 <sup>b</sup>	795,7 ± 11,1

Для дослідження важливості та достовірності параметра в експерименті та його значення для формування зернової продуктивності провели факторний та дискримінантний аналізи для ідентифікації значущості кожного з індикаторів, котрі можливо формують врожайність та мають значення окремо для кожного зразка для її формування (таблиці 6, 7). Щодо середовищної варіативності, то модельними були ознаки ваги зерна з рослини, МТЗ, фотосинтетичної активності. Для генотипової варіанси до цих ознак додавалися також висота стебла (вочевидь, через врожайність короткостеблових генотипів, опосередкований вплив господарської придатності) та вага зерна з головного колосу. Підсумовуючи можна сказати, що частка впливу генотипу у формування високої врожайності передре впливу кліматичних умов.

**Таблиця 6.** Загальні результати ідентифікації ключових ознак.

Моделльні параметри	Рік	Генотип	Коефіцієнт Уїлкса $\lambda$	F-remove (5,06)	p-level
Висота рослин, см	0.534	0.795*	0.018	8.17	0,02
Зерна з головного колосу, шт.	0.312	0.318	0.010	3.22	0,11
Вага зерна з головного колосу, г	-0.612	0.789*	0.018	7.96	0,03
Вага зерна з рослини, г	0.802*	0.903*	0.024	14.13	< 0,01
МТЗ, г	0.722*	0.923*	0.027	18.93	< 0,01
SPAD	0.815*	-0.810*	0.023	11.43	< 0,01
Пояснена частина	2.124	2.975	--	--	--
Не-пояснена	0.824	0.196	--	--	--

Дискримінантний аналіз цілком достовірно показав, що для формування високою майбутньої врожайності виняткове значення мають в аспекті генотипового варіювання ознаки ваги зерна з головного колосу та з рослини, висока МТЗ та фотосинтетична активність. Класифікація заявлених зразків в просторі канонічних функцій завжди показує, що цих чотирьох параметрів достатньо для визначення ефективності окремих сортозразків в отриманні високого стабільного врожаю з достатньою вірогідністю. До того ж, для більш врожайних сортів перевагу мають лише два параметри висока МТЗ та висока вага зерна з рослини, два інших носять додатковий характер. В цілому лише один з зразків, сорт Комерційна, класифікувався посередньо (67%), тоді як майже всі інші мали класифікаційну спроможність не нижче від 80 %, чого цілком достатньо для будь-якої достовірної ідентифікації.

Чим краще виражена така ознака як врожайність, тим більша вірогідність коректного застосування отриманих даних для вдалої класифікації об'єктів у просторі канонічних функцій.

**Таблиця 7.** Підсумкова класифікація в просторі функцій

Зразок	Модельність, %
Подольанка	85
Комерційна	69
Співанка	91
Penelope	82
AF Oхана	96
AF Jumiko	94
Dancing Queen	85
Pirueta	87
Illusion	85
Sally	84

Технологічні якості зерна, котрі вплинуть на його хлібопекарську цінність представлені в таблиці 8. Це такі ознаки як загальний вміст білка та клейковини, наявність високомолекулярних та низькомолекулярних глютенінів, вміст гліадинів без класифікації за молекулярною формою. В цілому, вищий вміст білку та клейковини мали сорти іноземного походження ( $F = 16.79$ ;  $F_{0.05} = 4.45$ ;  $P < 0.01$ ), котрі достовірно відрізнялися від вітчизняних сортів. На рівні стандарту був лише сорт Sally

Щодо вмісту високомолекулярних глютенінів, то знов відзначилися сорти чеської селекції, крім сорту Sally, за нижчим вмістом несприятливих низькомолекулярних глютенінів небажано використання сорту Pirueta, сортів Комерційна та Співанка, усі інші генотипи суттєво не відрізнялися.

Особливо високий вміст гліадинів мав сорт Dancing Queen, інші сорти чеської селекції також переважали українські сорти за цим показником.

Таким чином, за виключенням сортів Sally та Pirueta, усі інші сорти мають гарні та відмінні технологічні якості. Сорт Співанка також показав

непогані якості крім високого вмісту несприятливих глютенінів, що характерно для сортів місцевої селекції.

**Таблиця 8.** Показники якості зерна зразків пшениці озимої.

Зразок	Білка, %	Клейковини, %	Глютеніна, г		Гліадіну, г
			ВМ	НМ	
Подольнка	13.9 ± 0.2 <sup>a</sup>	25.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.42 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.42 ± 0.01 <sup>a</sup>
Комерційна	13.6 ± 0.4 <sup>a</sup>	24.9 ± 0.3 <sup>a</sup>	0.17 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.53 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.41 ± 0.01 <sup>a</sup>
Співанка	13.7 ± 0.2 <sup>a</sup>	24.6 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.53 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.42 ± 0.02 <sup>a</sup>
Penelope	14.7 ± 0.2 <sup>b</sup>	26.8 ± 0.3 <sup>b</sup>	0.20 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.41 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.55 ± 0.01 <sup>b</sup>
AF Oхана	14.9 ± 0.2 <sup>b</sup>	27.3 ± 0.3 <sup>b</sup>	0.21 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.42 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.58 ± 0.01 <sup>b</sup>
AF Jumiko	14.8 ± 0.2 <sup>b</sup>	26.8 ± 0.3 <sup>b</sup>	0.21 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.40 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.56 ± 0.02 <sup>b</sup>
Dancing Queen	14.6 ± 0.2 <sup>b</sup>	26.8 ± 0.3 <sup>b</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.40 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.61 ± 0.01 <sup>c</sup>
Piruetа	14.5 ± 0.2 <sup>b</sup>	26.5 ± 0.2 <sup>b</sup>	0.23 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.52 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.53 ± 0.01 <sup>b</sup>
Illusion	14.8 ± 0.2 <sup>b</sup>	25.9 ± 0.2 <sup>b</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.41 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.53 ± 0.01 <sup>b</sup>
Sally	14.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	26.0 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.40 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.54 ± 0.01 <sup>b</sup>

Таким чином за поєднанням показників якості варто відзначити, що переважно досліджені чеські генотипи мали високі значення цих показників та є перспективними для використання в якості вихідного матеріалу для селекції на хлібопекарські властивості.

Сорти AF Oхана та AF Jumiko поєднали в собі високі врожайні та технологічні якості та здатні безпосередньо бути використаними як комерційний сорт в умовах Півночі Степу України, але теоретично можливі проблеми при наявності значних посух у весняний період, котрі сорт Співанка здатний витримати. У свою чергу встановлено більш низький, хоча й задовільний рівень якості зерна у сортів місцевої селекції, сорт Співанка

показав гарні врожайні та задовільні хлібопекарські властивості. Таким чином можна рекомендувати до вирощування сорти АФ Охана, Співанка та АФ Jumiko.

## 5. ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ДОСЛІДЖЕННЯ

У 2022/23 світове виробництво зросло на 1,7 млн. тон до 790,2 млн. тон. У державній статистиці Австралія переглянута на 0,7 млн. тон до 39,7 млн. тонн, оскільки врожайність була кращою, ніж очікувалося. Згідно з урядовими даними, обсяги врожаю в Україні переглянута на 0,6 млн. тон до 21,5 млн. тон, оскільки зібрана площа збільшилася на 0,3 млн га до 5,6 млн га.

Споживання у 2022/23 рр. збільшено на 0,7 млн. тон до 786,8 млн. тон. Корми та залишкове використання прогнозується на 0,3 млн. тон до 156,4 в основному через Сполучені Штати (+0,9 млн. тон до 30,8), що лише частково компенсується меншим використанням кормів в Австралії (-0,5 млн. тон до 4,5). Хоча Австралія мала більшу частку фуражної пшениці в 2022/23 рр., вона продовжувала експортувати в інші країни, особливо в Китай, для використання в годівлі. Глобальне використання харчових продуктів, насіння та промисловості (FSI) зросло на 0,3 млн. тон до 630,4 млн. тон.

Прогнозується, що імпорт у 2022/23 зросте на 0,7 млн. тон до 209,6 млн. тон через збільшення для Туреччина (+1,0 млн. тон до 12,0 млн. тон) і ЄС (+0,5 млн. тон до 12,0 млн. тон), піднявши їх до другого та третього за величиною імпортерів пшениці в 2022/23 рр. після Китаю (13,5 млн. тон).

Економічну ефективність впровадження оцінювали для досліді наступним чином:

### **Вартість валової продукції ( $V_{пр.}$ ):**

$$V_{пр.} = Y * C_p, \text{ грн/га,}$$

$$6,9 * 6700 = 46230$$

$$7,8 * 6700 = 52260$$

де  $Y$  – планова або по факту врожайність, т/га;

$C_p$  – ціна продажу, грн/т.

### **Собівартість 1 т зерна ( $C$ ):**

$$C = Z_b / Y, \text{ грн/т,}$$

$$28100 / 6,9 = 4072$$

$$28300/7,8=3628$$

де  $Z_v$  – затрати на виробництво, грн/га;

$У$  – фактично зібрано зерна, т/га.

**Умовно чистий прибуток (ЧП):**

$$\text{ЧП} = V_{\text{пр.}} - Z_v, \text{ грн/га,}$$

$$46230-28100=18130$$

$$52260-28300=23960$$

**Рівень рентабельності виробництва** обраховується як відношення умовного чистого прибутку до затраченого на зернове виробництво по формулі:

$$P_p = (\text{ЧП} / V_v) * 100, \%$$

$$(18130/28100)*100=64,5$$

$$(23960/28300)*100=84,7$$

де  $P_p$  – рентабельність, %;

ЧП – умовний чистий прибуток, грн/га;

$V_v$  – затрачено на виробництво, грн/га.

**Окупність додаткових витрат** обраховується як співвідношення вартості загальної продукції до суми затрат на виробництво.

**Таблиця 5.1.** Оцінка впровадження нових сортозразків, 2023 р.

Показники	Подольанка	AF Jumiko
Врожайність, т/га	6,9	7,8
Ціна 1 т насіння, грн	6700	6700
Вартість валової продукції з 1 га, грн	46230	52260
Виробничі витрати на 1 га, грн	28100	28300
Собівартість 1 т, грн	4072	3628
Умовно чистий прибуток, грн/га	18130	23960
Рівень рентабельності, %	64,5	84,7
Окупність витрат	1,65	1,85



Таким чином, впровадження на науково-дослідному полі зразку АГ Jumiko призводить до несуттєвого зростання собівартості, але дозволяє підвищити чистий прибуток на 5830 гривень при зростанні рентабельності 84,7 проти 64,5, окупність в свою чергу зросла з 1,85 до 1,65.

## 6. СТАН ОХОРОНИ ПРАЦІ

Впровадження нормативів техніки безпеки та охорони праці є запорукою стабільного сільськогосподарського виробництва при умові дотримання загальних вимог до безпеки, що суттєво знижує виробничий травматизм та ризики у господарстві.

На дослідному полі за організацію робіт з охорони праці та дотримання в цій сфері чинного законодавства несе відповідальність директор ННЦ ДДАЕУ.

У відповідності до чинного законодавства та нормативних підзаконних актів впроваджено відповідні заходи безпеки та розроблено загальні інструкції з особливостей дотримання охорони праці на даному підприємстві. Вони відповідають видам діяльності та переважно зосереджені на рослинницькому секторі виробництва.

Керівник або провідний спеціаліст дослідного поля проводить відповідні заходи з техніки безпеки щодо усього персоналу центру, користуючись виключно термінами проведення та його періодичністю. Проведення інструктажів проводиться також і для практикантів та суттєво нічим не відрізняється. Іноді відповідні інструктажі може проводити керівник конкретного підрозділу, особливо це відноситься до вторинного типу заходів з безпеки життєдіяльності та охорони праці. Таким чином, комплекс заходів з охорони праці включає наступні типи робіт:

- для робіт з підвищеною небезпекою - поквартально;
- для інших типів робіт проводиться кожні півроку.

Інструктаж з питань техніки безпеки можна поділити на наступні типи:

– первинні інструктажі з особами, що прийшли на практику, або робітниками. Вноситься у журнал з реєстрації початкового інструктажу для заходів охорони праці та безпеки.

- перший інструктаж при початку робіт на виробничому місці для усіх робітників та тих, хто проводить стажування. Його проводить керівник відповідного підрозділу або головний спеціаліст

Параметри з впровадження охорони та техніки безпеки показані у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 Показники техніки безпеки та охорони праці на дослідному полі ДДАЕУ за 2021-2023 роки

Індикатори	По роках		
	2021	2022	2023
Кількість робітників, чол.	24	22	23
Кількість НП, од.	0,0	0,0	0,0
Кількість днів непрацездатності:	0,0	0,0	0,0
- від травматизму			
- від захворювань	0,0	0,0	0,0
Витрати, тис. грн.:	0,0	0,0	0,0
- травматизм на виробництві	0,0	0,0	0,0
- захворювання за професійним			
Коефіцієнт частоти травматизму	0,0	0,0	0,0
Коефіцієнт важкості травматизму	0,0	0,0	0,0
Коефіцієнт втрат робочого часу	0,0	0,0	0,0

Індекс випадків травматизму,  $K_{\text{ч}}$

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000 = \frac{1}{25} \cdot 1000 = 40,$$

де  $T$  – наявність проблемних травм;

$P$  – всього робітників;

1000 – у перерахунку на 1000 робітників.

Індекс рівня травматизму  $K_B$ :

$$K_B = \frac{D}{T} = \frac{15}{1} = 15,$$

де  $D$  – період втрати можливості працювати.

Коефіцієнт втрат робочого часу,  $K_{вт}$ :

$$K_{вт} = \frac{D}{T} \cdot 1000 = \frac{15}{40} \cdot 1000 = 375,$$

За досліджуваний період випадків грубого порушення праці та техніки безпеки на дослідному полі не відбувалося.

## ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Ураховуючи отримані дані надаємо наступні висновки та пропозиції:

1. Встановлено, що зразки чеської селекції значно більш відповідають інтенсивному типу сортів за своєю архітектурою рослин та особливостями формування врожайності, якості. Разом з тим, до сумнівних в умовах регіону слід віднести належність усіх представлених сортів до пізньостиглих форм, що може привести до суттєвих втрат врожайності через несприятливі погодні явища.

2. Формування високої врожайності у представлених генотипів відбувало-ся переважно завдяки довершеній продуктивній кущистості з утворенням гарно озернених додаткових колосів, другу роль (особливо у сорту Співанка) відіграла наявність довгого, гарно озерненого головного колосу. Більш інтегративним показником потенційної високою врожайності була МТЗ.

3. Виявлено, що при доборі сортів та їх оцінці бажано використовувати визначення генотип-середовищної взаємодії та її варіативності за роками в динаміці. Висока мінливість за цією компонентою є небажаною та може свідчити про потенційні проблеми при культивуванні даного генотипа пов'язаною з значимими коливаннями ознаки по роках.

4. Аналіз хлібопекарської якості зерна показав, що усі сорти чеської селекції, крім сорту Sally (більш низький рівень високомолекулярних глютенінів) та сорту Pirueta (небажаний вміст низькомолекулярних глютенінів) можна використовувати для поліпшення якості зерна пшениці у вітчизняних форм. В цілому українські сорти поступалися за цими показниками іноземним.

5. Характеризуються поєднанням високої врожайності та зернової якості сорти AF Oхана та AF Jumіko, високої врожайності та задовільних хлібопекарських властивостей сорт Співанка (більш високий рівень несприятливих низькомолекулярних глютенінів).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Horshchar, V., Nazarenko M. Winter wheat mutagen depression under dab (1,4-bisdiazoacetylbutane) action// Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2022. – С. 66-67.
2. Nazarenko M., Veiko V. Rate of chromosomal aberrations induced by epimutagen Triton-X-305// Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2022. – С. 71-72.
3. Izhboldin O., Nazarenko M., Shuhai A. Winter wheat mutation genetic improvement by gamma-rays// Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2022. – С. 68-70.
4. Nazarenko M., Simchenko O. Activity of photosynthesis as factor for hazelnuts productivity// Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2022. – С. 3-4.
5. Nazarenko M., Bilan D. Variability in productivity with quality of grain winter wheat genotypes// Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2022. – С. 5-7.
6. Tkalich, Y., Kolesnykova, K., & Nazarenko, M. (2022). Peculiarities of herbicides action on agrocenosis. *Agrology*, 5(3), 97–103. doi: 10.32819/021115

7. Horshchar, V., & Nazarenko, M. (2022). Problems with mutagen depression for winter wheat varieties. *Agrology*, 5(3), 75–80. doi: 10.32819/021111
8. Горщар В.І., Назаренко М.М. Використання окремих сортів пшениці озимої як вихідного матеріалу для генетичного поліпшення/ Аграрні інновації.– 2022. – 16. С. 110–116. Режим доступу до статті: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.17>
9. Horshchar, V., & Nazarenko, M. (2022). Особливості активності окремих екогенетичних чинників при поліпшенні сортів пшениці озимої. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(4), 373–378. doi:10.15421/022249
10. Horshchar, V., Nazarenko M. Influence of sodium azide as mutagen factor on winter wheat ontogenesis at first generation // Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції молодих учених і спеціалістів (Дніпро, 16–17 березня 2023 р.). – Дніпро: ДУ Інститут зернових культур, 2023. – С. 12-14.
11. Горщар В.І., Назаренко М.М. особливості сортового матеріалу при штучному виокристанні екогенетичних чинників в стабільних агроценозах зернових культур/ Таврійський науковий вісник.– 2023. – 129. С. 47–54. Режим доступу до статті: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.7>
12. Horshchar V., Nazarenko M. Variability by depressive effects under dimethylsulfate action for winter wheat// Матеріали конференції аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 30 березня 2023 р.). Біла Церква: БНАУ, 2023. – С. 43-46.
13. Horshchar V., Nazarenko M. Cytogenetic activity of ethylmethanesulfonate on winter wheat varieties // Selection of agrocrops in the conditions of climate change: directions and priorities: Collection of materials II International Scientific and Practical Conference. - Odessa: Oldi+, 2023. – P. 32-35.
14. Simchenko O., Nazarenko M. Hazelnut varieties as a source of microelements under the conditions of the northern steppe of Ukraine // Selection of

agrocrops in the conditions of climate change: directions and priorities: Collection of materials II International Scientific and Practical Conference. - Odessa: Oldi+, 2023. – P. 157-158.

15. Назаренко М.М., Іжболдін О.О., Позняк В.В. Особливості реалізації потенціальної продуктивності та якості зерна сортів пшениці озимої / Аграрні інновації.– 2023. – 17. С. 178–181. Режим доступу до статті: <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2023.17.25>

16. Сімченко О.О., Назаренко М.М. особливості формування продуктивності та врожайності зернових культур в умовах півночі степу України/ Аграрні інновації.– 2023. – 17. С. 197–201. Режим доступу до статті: <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2023.17.28>

17. Іжболдін О.О., Назаренко М.М., Лихолат Т.Ю. Індукція активності формування врожайних та якісних параметрів у зерна пшениці озимої в умовах нестійкого зволоження при наявності дії окремих екогенетичних чинників / Біологічні системи: теорія та інновації.– 2022. – 14. С. 24–33. Режим доступу до статті: [https://doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2022.002](https://doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2022.002)

18. Horshchar V., Nazarenko M. Germination and survival under ethylmethansulfonate action at the first winter wheat plants generation // Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання). Матеріали XII Міжнародної наукової конференції (20–22 березня 2023 р.). Умань, 2023. – С. 56-58.

19. Horshchar V., Nazarenko M. Cytogenetic activity of 1,4-bisdiazoacetylbutane (DAB) for winter wheat // Хімія, біотехнологія, екологія та освіта: Збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 17-18 травня 2023 року). – Полтава, 2023. – С. 284-288.

20. Горщар В.І., Назаренко М.М. Формування врожайних та якісних параметрів сортів пшениці озимої за рахунок чистої фотосинтетичної активності/ Таврійський науковий вісник.– 2023. – 130. С. 42–50. Режим доступу до статті: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.7>



21. Назаренко М.М., Іжболдін О.О., Позняк В.В. Сучасні сорти пшениці озимої в умовах нестійкого зволоження/ Таврійський науковий вісник.– 2023. – 130. С. 142–148. Режим доступу до статті: DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.21>
22. Horshchar, V., & Nazarenko, M. (2022). Особливості використання екогенетичних факторів в залежності від ініціативного матеріалу. *Agrology*, 5(4), 116–121. doi: 10.32819/021118
23. Horshchar V., Nazarenko M. Ethylmethansulfonate action for winter wheat mutation breeding purposes// Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур: матеріали I Всеукраїнської науковопрактичної інтернет-конференції, присвяченої 75-річчю заснування кафедри селекції, насінництва і генетики (Полтава, 15 травня 2023 р.). Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 78-81.
24. Horshchar V., Nazarenko M. Winter wheat photosynthetic activity as parameter of mutagen depression// Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, 24 травня 2023 р. Умань: ВПЦ «Візаві», 2023. – С. 16-18.
25. Petrenko A., Nazarenko M. Main traits for yield formation of table grape// Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, 24 травня 2023 р. Умань: ВПЦ «Візаві», 2023. – С. 48-49.
26. Shytkov R., Nazarenko M. Yield parameters of strawberry varieties under the northern steppe conditions// Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, 24 травня 2023 р. Умань: ВПЦ «Візаві», 2023. – С. 56-57.
27. Петренко А.І., Назаренко М.М. Врожайність та залежність її від морфометрії у винограду столового в закритому ґрунті/ Зрошуване землеробство.– 2023. – 79. С. 60–64. Режим доступу до статті: DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.8>

28. Шитіков Р.М., Назаренко М.М. Особливості вирощування сортів суниці в умовах закритого ґрунту/ Зрошуване землеробство.– 2023. – 79. С. 88–92. Режим доступу до статті: DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.12>

29. Horshchar V., Nazarenko M. Winter wheat variability under ethylmethansulfonate action// Book of Abstracts, International Conference “Agriculture for Life, Life for Agriculture”, Section 1: Agronomy, 2023 – P. 100.

30. Nazarenko M., Izhboldin O., Liadska I., Pashchenko N. Optimal doses and concentrations of mutagens for winter wheat breeding purposes. grain quality// Book of Abstracts, International Conference “Agriculture for Life, Life for Agriculture”, Section 1: Agronomy, 2023 – P. 126.

31. Горщар В.І., Назаренко М.М. Використання мутаційної мінливості для стабільних агроценозів зернових колосових культур / Аграрні інновації.– 2023. – 18. С. 163–168. Режим доступу до статті: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.22>

32. FAO (2004) Problems of agrobiodiversity for winter wheat improvement in modern world. Rome. <https://www.fao.org/3/y5609e/y5609e02.htm>

33. Wallace J., Rodgers-Melnick E., Buckler E. (2018). On Possibilities of utilization main crops and varieties traits as a source for winter wheat stability productions. Annual Review Genetics, 52, 421-444. Doi: 10.1146/annurev-genet-120116-024846

34. Ammar K., Mergoum M., Rajaram S. (2004). Problems of grain crops improvement. In: Grain stability improvement and production for main crops traits. FAO, Rome, p. 1-9

35. Atlin G., Cairns J., Das B. (2017). Plant breeding and varietal possibilities are the critical problem for adaptation of farming systems in the developed world under the action of climate problems with northern part of agriculture mechanics. Globally Foods Production and Security. 12, p. 31-37. Doi: 10.1016/j.gfs.2017.01.008

36. Singh R., Hodson D., Jin Y., Lagudah E., Ayliffe M., Bhavani S., Rouse M., Pretorius Z., Szabo L., Huerta-Espino J., Basnet B., Lan C., Hovmoller M. (2015). Problems of winter wheat diversity and vertical control of main pests and diseases for genetic tolerance. *Phytopathology* 105:872-884. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-15-0030-FI>
37. Ristaino J., Anderson P., Bebbler D., Brauman K., Cunniffe N., Fedoroff N., Finegold C., Garrett K., Gilligan C., Jones C., Martin M., MacDonald G., Neenan P., Records A., Schmale D., Tateosian L., Wei Q. (2021). Main problems with world grain food security and trades of grain crops. *Proceedings of National Academy Science*. 118, e2022239118. Doi: 10.1073/pnas.2022239118
38. Salvi S., Porfiri O., Ceccarelli S. (2013). Problems with grain productivity and quality in aspects of second green revolution in future. *Journal of Agricultural Sciences*, 151, p. 1-5. Doi: 10.1017/S0021859612000214
39. Smale M., Reynolds M., Warburton M., Skovmand B., Trethowan R., Singh R., Ortiz-Monasterio I., Crossa J., Hammer G., Warburton M., Henderson I., Huang B. (2002). Biodiversity as a main impulse factor for second green revolution in action diversity of problems with stability in production. *Crop Sciences*, 42, p. 1766-1779
40. Stewart B., Pogson B., Slafer G., Taylor N., Lal R. (2018). First world production revolution for grain crops as main desolving aspects for grain productivity improvement. In: Sparks D. (ed) *Advances in agronomy*, vol. 151, pp. 1-44.
41. Reynolds M., Atkin O., Bennett M., Cooper M., Dodd I., Foulkes M., Froberg C., Hammer G., Henderson I., Huang B., Korzun V., McCouch S., Messina C., Pogson B., Slafer G., Taylor N., Wittich P. (2021). Crop grain production in second world problems and challenges. *Trends in Plant Science*, 26, p. 607-630. Doi: 10.1016/j.tplants.2021.03.011
42. Cornelissen M., Malyska A., Nanda A., Lankhorst R., Parry M., Rodrigues V., Pribil M., Nacry P., Inze D., Baekelandt A. (2020). Crop production

problems by improvement through biotechnology in plant sciences. *Trends in Plant Biotechnology*. Doi: 10.1016/j.tibtech.2020.09.006.

43. Voss-Fels K., Stahl A., Wittkop B., Lichthardt C., Nagler S., Rose T., Chen T.-W., Zetzsche H., Seddig S., Baig M., Ballvora A., Frisch M., Ross E., Hayes B., Hayden M., Ordon F., Leon J., Kage H., Friedt W., Stutzel H., Snowdon R., Atkin O., Bennett M., Cooper M., Dodd I. (2019). Agrochemical problems for plant breeding improvements in proceedings of global trade challenges. *Natural Plants Resources*, 5, p. 706-714. Doi: 10.1038/s41477-019-0445-5