

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

«Допускається до захисту»

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

_____ Микола НАЗАРЕНКО

«_____» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
«ФАКТИЧНА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА НОВИХ СОРТІВ
ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ЗОНІ НЕСТІЙКОГО ЗВОЛОЖЕННЯ В
УМОВАХ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ЦЕНТРУ
ДНІПРОВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ»**

Здобувач

_____ Борис СЛОНЕВСЬКИЙ

Керівник кваліфікаційно роботи
д. с.-г. н., професор

_____ Інна Лядська

Дніпро – 2024

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 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу
другого (магістерського) рівня вищої освіти
Слоневському Борису Костянтиновичу

1. Тема роботи: «Фактична врожайність та якість зерна нових сортів пшениці озимої в зоні нестійкого зволоження в умовах навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету»

2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру: «01» 12 2024р.

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 _____

Інна ЛЯДСЬКА

Завдання прийняв

до виконання _____

Борис СЛОНЕВСЬКИЙ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури	2.09.24	виконано
2.	Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень	12.10.24	виконано
3.	Методика та результати проведення досліджень	20.10.24	виконано
4.	Економічна оцінка	20.11.24	виконано
5.	Охорона праці	20.11.24	виконано
6.	Оформлення роботи, висновки і рекомендації виробництву	30.11.24	виконано

Здобувач

_____ Інна ЛЯДСЬКА

Керівник

кваліфікаційно роботи _____

Микола НАЗАРЕНКО

Зміст

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. 1. РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОРТІВ 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: «Фактична врожайність та якість зерна нових сортів пшениці озимої в зоні нестійкого зволоження 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.

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

Об'єктом дослідження були реалізації ознак врожайності та якості у нових сортів пшениці озимої в зоні нестійкого зволоження.

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

ВСТУП

Точне та відповідне виконання агротехнічних заходів під час селекційних випробувань має вирішальне значення для забезпечення точних та значимих результатів. Вибране місце має відповідати цільовому середовищу для програми селекції. Воно повинне відображати тип ґрунту, клімат, фотоперіод і поширеність шкідників і хвороб у цьому середовищі. Забезпечення високого рівня рівномірності в полі також важливе. Мінливість врожайності може бути наслідком природних факторів, таких як мозаїка ґрунту та методи господарювання. Керування та зменшення цієї мінливості має значення для точного порівняння між сортами.

Шкідники та хвороби часто концентруються на ділянках, вносячи мінливість, яка не обов'язково може бути пов'язана зі стійкістю уражених генотипів. Постітна боротьба зі шкідниками та хворобами допомагає мінімізувати цю нерегулярність і забезпечує більш точну оцінку продуктивності сорту. Впровадження спеціалізованих агротехнічних прийомів може створити контрастні умови селекції в межах однієї дослідної станції. Це полегшує оцінку генотипів за різних умов, дозволяючи отримати більш повне розуміння їх продуктивності. Використання відповідної техніки, такої як сівалки та комбайни, має важливе значення для точного формування випробувальних ділянок. Машинний посів забезпечує рівномірну глибину та густоту посіву, сприяючи стабільним умовам росту для всіх рослин. Крім того, комбайни з такими функціями, як очисники зерна, бортові системи зважування та датчики для вимірювання вологості та ваги, значно полегшують збір даних.

Зосереджуючись на цих аспектах, селекційні випробування можна проводити таким чином, щоб мінімізувати експериментальні помилки та максимізувати здатність ідентифікувати найкращі сорти. Ця точність підвищує надійність результатів і, зрештою, сприяє більш ефективним і успішним програмам селекції.

Польові експерименти є наріжним каменем програм селекції рослин, і відповідні агротехнічні заходи в селекційних випробуваннях значно впливають на здатність розпізнавати різницю в ознаках різних сортів. Ефективне управління випробуванням спрямоване на мінімізацію випадкової варіації або експериментальної помилки між ділянками, що покращує диференціюючу здатність середовища на дослідному фоні. Це зменшення мінливості покращує ідентифікацію кращих генотипів.

Різні етапи селекційного процесу вимагають різних польових експериментів та методів проведення. Насіння першого покоління можна висівати вручну короткими рядками, тоді як наступні покоління часто висівають механічним засобом по ділянках. Ці різні схеми необхідні для адаптації до різноманітних умов навколишнього середовища та кількості місць випробування. Такі ознаки, як висота рослин, строки стиглості і стійкість до хвороб, часто можна виміряти на менших за площею ділянках, тоді як для оцінки врожайності потрібні більші ділянки. Вибір розміру дослідної ділянки та планування має вирішальне значення для точної оцінки господарсько-цінних ознак.

Спеціалізована агротехніка проведення дослідів дозволяє створювати контрастні селекційні середовища в межах однієї дослідної установи. Це відноситься до таких умов, як оптимальна чи низька наявність поживних речовин або регуляція водопостачання, що навмисно створюються для оцінки того, як сорти проявляють себе у різних середовищах. Ці середовища, як правило, є поєднанням характеристик природного місця та змін, внесених за допомогою агротехніки культури. Вони призначені для відтворення конкретних умов, за яких селекціонери прагнуть відібрати необхідні ознаки.

Використовуючи такий дослідницький підхід та конкретизуючі заходи по експериментах, селекціонери можуть ефективно оцінювати та відбирати кращі сорти, прогнозуючи їх прояв у широкому колі умов.

Актуальність роботи. Встановлені більш перспективні до впровадження форми пшениці озимої.

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 врожайні та якісні властивості, межі їх мінливості, напрями поліпшення ознак у сучасних сортів пшениці озимої, межі та стабільність у реалізації при екологічному та порівняльному сортовипробуванні.

Провести моніторинг проходження онтогенезу та ключових, найбільш вразливих фаз розвитку, показати особливості у фенотипі нових сортів. Як вони впливають на ознаки врожайності та якості.

Провести лабораторне дослідження основних показників білково-клейковинного комплексу, котрі формують технологічну якість зерна пшениці, показати можливості поліпшення.

Наукова новизна одержаних результатів. Показано врожайні та якісні властивості нових сортів пшениці озимої, котрі пройшли сортовипробування та рекомендовані до умов Степу України.

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. РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Поступове збільшення світової врожайності пшениці в середньому приблизно на 40 кг/га на кожен рік протягом останніх шести десятиліть було вирішальним фактором для задоволення глобального попиту на зерно. Це постійне зростання врожайності дорівнює темпу зростання приблизно на 1,16% порівняно з сьогоднішньою врожайністю 3,5 т/га. Поточні темпи зростання врожайності, ймовірно, достатні, щоб не відставати від зростання світового попиту на пшеницю. Швидший темп зростання врожайності понад поточні 1,16% може дати кілька переваг: зменшення тиску на ціни на пшеницю, особливо для споживачів з нижчими доходами, забезпечення буфера від непередбачених негативних ситуацій або непередбачених обставин у виробництві пшениці, зведення до мінімуму необхідності розширення площ посівів пшениці, включаючи використання нових земель, що може мати економічні та екологічні наслідки [5, 6, 7, 8].

У багатьох країнах і регіонах, де вирощують пшеницю, спостерігається тенденція до збільшення врожайності пшениці, близька до лінійної. Це вказує на те, що ці покращення врожайності є певною мірою послідовними та поширеним в усьому світі. Поточні темпи зростання врожайності відіграли важливу роль у задоволенні глобального попиту на пшеницю, більш високі темпи покращення призводять до додаткових інвестицій у виробництво. Розробка методів підвищення врожайності залишається фактично найбільш економічно-вигідною ланкою сільськогосподарського виробництва. Так, вкладення у селекції новго сорту на коен вкладений долар затні дати до 400-500 долірів прибутку при необхідних передумовах. Такий рівень віддачі навіть на порядок не характерний для наступних етапів у виробництві, которі те ж по'язані з селекцією, а саме з первинним насінництвом нових сортів пшениці [3, 4].

Еволюція ландшафту селекції пшениці вказує на те, що хоча історія визначає наше розуміння, майбутнє вимагає його суттєвого перетворення. Новий

підхід підкреслює критичний характер польових випробувань на ділянках між різними сортами та культурами, для оцінки врожайності пшениці, наголошуючи на необхідності постійного вдосконалення та адаптації методологій та інструментів селекції. Селекція пшениці постійно розвивається, залучаючи нові засоби та методи, спрямовані на підвищення ефективності та результативності процесів генетичного поліпшення. Ці досягнення детально описані в даному розділі, присвяченому дослідженням світової та української селекції. Незважаючи на технологічний прогрес, залишається постійна проблема з необ'єктивністю в випробуваннях на ділянках під час польових експериментів. На невеликих ділянках (менше ніж 3 квадратних метра), які збирають без механічних методів, вручну, вимірювання врожайності може бути значно зміщеним, потенційно на величину, еквівалентну очікуваному прогресу, досягнутому за кілька років селекційних зусиль. Ця необ'єктивність потенційно може сягати в кращому випадку до 3% від загальної врожайності [1, 2].

Відомо, що сорти можуть по-різному проявлятися на межах ділянки та крайових рядах порівняно з внутрішніми рядами. Конкуренція за світло, поживні речовини та вологу, особливо на вузьких доріжках або крайових рядках, може спотворити або звести нанівець справжню врожайність сортів. Щоб вирішити проблему необ'єктивності під час подільночних випробувань, пропонують збільшення обсягів ділянки, або коремий обмолот частини з крайовим ефектом. Крім того, впровадження вимірювань, таких як нормалізований індекс різниці розвитку (NDVI) в цьому напрямі може допомогти у виявленні та потенційному виправленні таких похибок. Підсумовуючи, майбутнє селекції пшениці залежить не лише від традиційних польових випробувань, а й від інтеграції інноваційних інструментів та методів. Усунення помилок у пробах на ділянках залишається серйозною проблемою, і такі заходи, як використання більших ділянок, обмолот частини з крайовим ефектом та використання простих, але ефективних дистанційних вимірювань, можуть допомогти зменшити ці похибки, забезпечуючи точнішу оцінку продуктивності сорту [9, 10].

Успіх селекції пшениці залежить не лише від наукових досягнень та інновацій, але й від організаційних та фінансових ресурсів, які підтримують ці починання. Історично еволюція селекції рослин, зокрема в контексті пшениці, виявляє певні зміни в організаційних і фінансових аспектах, які вплинули на розвиток галузі. Сучасна селекція рослин, у тому числі пшениці, сягає корінням у кінець XIX ст. Ще до повторного відкриття генетичних закономірностей Менделя в 1900 році існували як приватні, так і державні селекційні організації. На відміну від деяких культур (наприклад, кукурудза з комерційними гібридами F1), селекція пшениці традиційно не мала такого ж рівня захисту від використання генетичної плазми. З часом прав априватних селекціонерів пшениці поступово набирали сили, особливо в Європі. Впровадження охорони сортів рослин згідно з правилами UPOV (Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин) і встановлення роялті від продажу насіння забезпечили більшу надійність доходу для приватного сектору. Цей сектор формалізувався у фермерські кооперативи та компанії. У 1964 році Акт про сорти рослин і насіння став переломним моментом. Значні зміни відбулися у Великобританії в 1987 році з повною приватизацією селекції пшениці. Цей крок відповідав концепціям вільного ринку тієї епохи. Повна приватизація селекції пшениці принесла руйнівний досвід, давши цінні уроки для галузі. Ці історичні зміни в організаційних і фінансових структурах значно вплинули на організацію селекції пшениці. Перехід до більшого залучення приватного сектору, формалізація продажу насіння та зміни політики, такі як повна приватизація, сформували напрямок і практику селекції пшениці, підкреслюючи важливість як історичного контексту, так і політичних рішень у розвитку селекції рослин [1, 12, 13, 14].

Приблизно з 2020 року багатонаціональні зусилля з селекції пшениці переважно залучали кількох ключових гравців у всьому світі, кожен зі своїм підходом і впливом у галузі. Такі компанії, як Limagrain (Франція), KWS (Німеччина), RAGT Semences (Франція) і Staaten-Union є значними гравцями в селекції пшениці в Європі. Staaten-Union особливо виділяється своїми спроможностями утворені гібридної пшениці. За останні 25 років

транснаціональні компанії, що займаються різними виробництвами, вийшли на арену селекції пшениці шляхом злиття та поглинання. Такі компанії, як Syngenta, Bayer, BASF і Corteva Agriscience, стали помітними гравцями, поєднуючи як селекційну діяльність, так і сільськогосподарську хімію. Ця інтеграція представляє як синергетичні, так і складні елементи в галузі. У країнах, що розвиваються та в країнах колишнього Радянського Союзу присутні приватні селекційні компанії, такі як Mahyco (Індія), SeedCo (Східна Африка), Bock і Klein (Аргентина). Проте державна система, включаючи державні та національні селекційні установи та університети, продовжує нести значну відповідальність за селекцію. Цей сценарій може зберігатися до тих пір, поки не будуть зареєстровані гібридні [15, 16].

CIMMYT (Міжнародний центр поліпшення кукурудзи та пшениці) та ICARDA (Міжнародний центр сільськогосподарських досліджень у посушливих районах) займаються селекцією пшениці, яка спеціально націлена на країни, що розвиваються. Ці державні установи отримали підтримку від урядів, некомерційних організацій та установ. Їхня роль є вирішальною у проведенні міжнародних випробувань, вільному обміні зародковою плазмою та результатами наукового пошуку з усіма добросовісними селекціонерами, як з державного, так і з приватного сектору. У різних країнах контрольоване суспільством незалежне тестування сортів-кандидатів на врожайність та інші важливі ознаки разом із реєстрацією нових сортів є вирішальним кроком у селекційному процесі. Останнім кроком є національні системи насінництва, відповідальні за розповсюдження нових сортів серед фермерів. Ця складна мережа державних і приватних організацій, як міжнародних, так і національних, відіграє ключову роль в системі селекції пшениці. Співпраця, обмін інформацією, незалежне тестування та інфраструктура насіннєвих систем є ключовими компонентами, які стимулюють розробку та розповсюдження покращених сортів пшениці, що зрештою приносить користь господарям у всьому світі [17-20].

Особливості селекційного процесу пшениці, що розвивається, перетворившись на спільне та міждисциплінарне зусилля, що включає різні суміжні дисципліни, постачальників послуг та попередні наукові дослідження. Селекція пшениці стала результатом великої командної роботи, що включає різні суміжні дисципліни, такі як фізіологія, якість зерна, біометрія тощо. Співпраця в цих різних галузях є важливою для комплексних досліджень і розробок. Часто рутинним випробуванням та тестуванням сприяють постачальники послуг, допомагаючи в експериментальних процесах селекції пшениці. Дослідження передселекційних етапів стали важливою допоміжною діяльністю, яка, як правило, фінансується державою. Це дослідження відокремлено від традиційної селекції, але зосереджено на довгостроковій високоризикованій діяльності з потенційною суспільною вигодою. Воно передбачає збереження генетичних ресурсів, відкриття нових ознак за допомогою генної інженерії або редагування генів, а також інтеграцію цих ознак у сучасне генетичне середовище для широкого використання селекціонерами, як комерційними, так і державними. Дослідження у стратегічному рослинництві мають на меті зрозуміти фізіологічні та молекулярні основи важливих властивостей пшениці. Ці знання допомагають ефективніше маніпулювати цими ознаками в стратегіях селекції та добору. Дослідження генетичних ресурсів часто зазнають «провалу ринку» і, отже, заслуговують державних інвестицій. Великі некомерційні організації, такі як Міжнародне партнерство з урожайності пшениці (IWYP) і Консорціум покращення пшениці від впливу спеки та посухи (HeDWIC), виділяють кошти на такі дослідження [21, 22].

У майбутньому більше ознак можуть бути захищені як інтелектуальна власність, особливо ті, що створені за допомогою генної інженерії. Однак важливо переконатися, що досягнення цієї мети залишається пріоритетом, щоб максимізувати вигоди та отримати схвалення в суспільстві. Тут наголос робиться на необхідності державних інвестицій у дослідження генетичних ресурсів через їх довгостроковий характер і потенційну користь для суспільства. Співпраця між різними дисциплінами та залучення як комерційних, так і державних організацій

є життєво важливими для просування зусиль із селекції пшениці та забезпечення найкращих результатів для суспільства [25, 26]

Завдання забезпечення безперебійної та справедливої передачі продуктів дослідження генетичних ресурсів на користь усіх комерційних селекціонерів залишається складним питанням, яке ще належить повністю вирішити. Проте Європа досягла значного прогресу в інтеграції незалежно фінансованих досліджень генетичних ресурсів у приватний процес селекції у взаємовигідний спосіб. Ця інтеграція продемонструвала багатообіцяючий прогрес у сприянні співпраці між державними та приватними організаціями. CIMMYT та ICARDA, будучи державними установами, які зосереджені на покращенні пшениці, історично проводили дослідження генетичних ресурсів поруч із передовими програмами селекції для створення сортів Національними системами сільськогосподарських досліджень (NARS). Однак навіть у цих установах ефективна внутрішня співпраця все ще може бути проблемною. Існує міркування щодо втрачених можливостей у прогресі досліджень, підкреслених прикладом, коли початкові обіцянки щодо підвищення врожайності, які можна побачити за допомогою громіздких вимірювань провідності продохів на рослинах F₂, не мали ніякого продовження. Якби це було продовжено, можливо, було б досягнуто значного підвищення ефективності завдяки вдосконаленим технологіям, таким як інфрачервона термометрія. Цей сценарій підкреслює важливість відкритого та обґрунтованого лідерства, міждисциплінарної командної роботи та довгострокової стабільної фінансової підтримки для стимулювання інновацій та максимального використання технологій, що розвиваються. Дослідження наголошують на необхідності виваженого прийняття рішень щодо впровадження нових технологій [27, 28].

Ефективні програми селекції повинні обережно приймати нові інновації лише після ретельного тестування в пілотному режимі, гарантуючи їх ефективність перед інтеграцією їх у звичайну практику. Ця проблема вимагає тонкого балансу між сприянням інноваціям і забезпеченням того, щоб ефективність і переваги нових технологій були ретельно перевірені перед їх

широким впровадженням. Ефективне керівництво, міждисциплінарна співпраця та стратегічна фінансова підтримка є критично важливими для досягнення цього балансу та стимулювання прогресу в селекції пшениці [29, 30].

Основні цілі селекції пшениці залишаються постійними, зосереджуючись на підвищенні потенційної врожайності та розвитку стійкості рослин-господарів. Незважаючи на те, що ці основні цілі зберігаються, у підході до селекції пшениці відбулося кілька помітних змін. З плином часу технологія і наукові методи селекції поступово змінювалися. Однак опора на тестування врожайності в кількох місцях залишається важливим аспектом процесу селекції. Технології генної інженерії та редагування генів почали надавати цінні можливості для впровадження нових ознак у селекцію пшениці. Крім того, інноваційні агрономічні методи виявляються корисними. Все більшого значення набули багатопрофільні транснаціональні корпорації. Їхня співпраця, що включає різні сфери знань, стала більш важливою. Тим не менш, ефективне лідерство в цих різноманітних командах залишається проблемою. Тенденція до приватизації у селекції пшениці невпинно зростає. Однак, незважаючи на цей зсув, залишається незамінна роль державного сектора в селекційних дослідженнях і попередніх селекційних заходах. Одним із важливих викликів є встановлення тісного зв'язку між науковими дослідженнями державного сектору та створенням сортів. Зміна особливостей селекції пшениці підкреслює інтеграцію нових технологій, міждисциплінарну співпрацю та постійну проблему збалансування ролей як приватного, так і державного секторів у дослідженнях, селекції та створенні сортів пшениці. Незважаючи на ці зміни, основні цілі підвищення потенціалу врожайності та підвищення стійкості рослин-господарів залишаються в основі селекції пшениці [31, 32].

Основною метою програми селекції рослин є розробка та доставка високоякісної зародкової плазми, спеціально адаптованої до різноманітних і перемінних умов, з якими стикаються фермери, відомих як цільова популяція середовищ (ТРЕ). ТРЕ містить кілька середовищ, включаючи різні місця та майбутні роки чи сезони. Це пов'язано з постійними відмінностями, що

спостерігаються між місцями (об'єктами), де проводяться випробування. Варіація виникає через річну різницю в кліматичних і екологічних умовах. Характеристика ТРЕ включає такі фактори, як кліматичні, ґрунтові, гідрологічні умови та соціально-економічні аспекти. Групування випробувань і середовищ у межах ТРЕ можна здійснювати різними способами. Одним із методів є групування сайтів, де середня продуктивність ліній сильно корелює. Іншим стандартним підходом є стратифікований ієрархічний кластерний аналіз на основі кліматичних змінних і продуктивних ознак. Селекційне середовище (SE) - це місце, де селекціонер проводить процес відбору. Хоча SE не обов'язково є частиною ТРЕ, дуже важливо, щоб SE дозволяв точне передбачення продуктивності лінії в ТРЕ. Генетичні кореляції між лініями SE та лініями ТРЕ мають бути відносно високими. Лінії в SE повинні мати високу повторюваність (спадковість у широкому сенсі). SE має дозволити скринінг великої кількості ліній за низькою ціною, забезпечуючи високу інтенсивність відбору. Здатність точно прогнозувати продуктивність ТРЕ на основі селекції в SE має вирішальне значення для ефективних і успішних програм селекції, гарантуючи, що розвинена зародкова плазма буде добре працювати в різноманітних середовищах, з якими стикаються фермери [33, 34].

Проведення тестування в різних середовищах має вирішальне значення для виявлення високоврожайної та кліматично стійкої зародкової плазми та розуміння моделей GEI, які визначають потенційні ТРЕ. Стратегія тестування в різних середовищах (MET) CIMMYT передбачає оцінку зародкової плазми в гарячих точках стресу, ідентифікацію репрезентативних і корельованих сайтів, швидке реагування на нові обмеження та надання доступу до зародкової плазми для співробітників CIMMYT. Цей підхід гарантує, що матеріали можна буде використовувати як батьківські лінії або безпосередньо реєструвати як нові сорти пшениці, дозволяючи ширше розповсюджувати покращену зародкову плазму для підвищення продуктивності пшениці в різноманітних середовищах [28].

Характеристика цільової популяції середовищ (TPE) є важливим аспектом будь-якої успішної програми селекції рослин, особливо у селекції пшениці. Виявлення ключових обмежувальних факторів, що впливають на продуктивність пшениці в конкретних TPE, має вирішальне значення для інтеграції ознак, які можуть усунути ці обмеження. Кількість і надійність водопостачання, включно з урахуванням стресових умов посухи. Екстремальні температури, включаючи тепловий стрес, можуть суттєво вплинути на ріст пшениці та врожайність, поширеність і ступінь ураження шкідниками та хворобами, які можуть сильно вразити посіви пшениці. Щоб програма селекції була ефективною, селекційне середовище (SE) має демонструвати високу кореляцію з TPE і забезпечувати вищу інтенсивність і точність відбору. У головному дослідницькому місці CIMMYT на північному заході Мексики вчені штучно створюють SE, що імітує оптимальне середовище, що страждає від посухи та спеки. Ці змодельовані середовища тісно пов'язані з репрезентативними міжнародними місцями, дозволяючи селекціонерам відбирати елітну зародкову плазму з потенціалом для видатних показників у міжнародних випробуваннях на врожайність. Уточнення визначення TPE передбачає використання статистичних методів, таких як модель факторної регресії (FA) і регресії сайту (SREG). Ці методи в поєднанні з оцінкою кліматичних, ґрунтових, гідрологічних і соціально-економічних характеристик середовища допомагають визначити закономірності взаємодії генотипу з середовищем (GEI). Моделі FA та SREG є перевагами через їхню простоту та здатність вимірювати ступінь некросового та кросового GEI [35, 36].

Пшениця має важливе історичне та харчове значення як одна з найстаріших і найбільш поширених продовольчих культур у світі. Вона була одомашнена понад 10 000 років тому в родючому півмісяці Близького Сходу. Цей період одомашнення приблизно збігається з одомашненням рису і передуює періоду одомашнення кукурудзи. Серед трьох основних світових зернових культур — пшениці, рису та кукурудзи — становить важливу частину раціону людини, вносячи значний внесок у світове споживання калорій та білка. Разом

на ці злакові припадає майже половина світового споживання калорій і приблизно дві п'ятих білка. Пшениця, зокрема, відіграє вирішальну роль у глобальній продовольчій та харчовій безпеці. Це значне джерело харчових калорій і білка, що забезпечує приблизно одну п'яту світової харчової калорійності та білка. Її адаптивність до різноманітних кліматичних умов і його універсальне використання в різних формах сприяють її значущості в глобальному постачанні продовольства, підкреслюючи її важливість у підтримці глобальних харчових і харчових потреб [37, 38].

Пшениця вважається найбільш широко вирощуваною культурою в усьому світі, під її вирощуванням відведено близько 217 мільйонів гектарів. Для порівняння, кукурудза займає майже 200 мільйонів гектарів, тоді як рис займає близько 165 мільйонів гектарів.

Хоча світове виробництво пшениці становить приблизно 752 мільйони тон, що трохи менше, ніж рису (768 мільйонів тон у формі рису), виробництво кукурудзи затьмарює обидва, досягаючи 1146 мільйонів тон. Більш високий рівень виробництва кукурудзи пояснюється значно вищою врожайністю, часто пов'язаною з гібридним насінням та інтенсивним використанням ресурсів. Подібним чином рис отримує переваги від широких зрошувальних систем, що сприяє підвищенню врожайності. Зауважимо, що в той час як посівна площа пшениці зазнала невеликого скорочення на 1%, значне збільшення врожайності на 38% призвело до зростання загального виробництва на 36%. Навпаки, виробництво кукурудзи за ці роки зросло більш ніж удвічі, чому сприяло як підвищення врожайності, так і розширення площі посіву. Зростання виробництва рису залежало від поєднання врожайності та збільшення площі. Починаючи з 1961 року площа посівів під пшеницю в усьому світі коливалася від 200 до 240 мільйонів гектарів. Вирощування пшениці досягло свого піку приблизно в 1980 році та повільно скоротилося до нинішніх 217 мільйонів гектарів. Незважаючи на таку відносну стабільність у площі вирощування пшениці, послідовне збільшення виробництва пшениці в першу чергу пояснюється постійним підвищенням урожайності пшениці. Згодом світова врожайність пшениці зроста

з трохи більше ніж 1 тонни з гектара на початку 1960-х років до нинішнього середнього показника в 3,5 тони з гектара, збільшивши світове виробництво пшениці майже в чотири рази [39, 40].

Вирощування пшениці охоплює понад 120 країн на різних континентах, включаючи Європу, Африку, Америку, Азію та Океанію. Вона переважно добре росте в помірних умовах, демонструючи кращу стійкість до морозів. Приблизно 150 мільйонів гектарів пшениці вирощується в регіонах, де під час вегетаційного періоду пшениці бувають мінусові температури, умови, які перешкоджають вирощуванню багатьох інших культур через їхню вразливість до заморозків, за винятком деяких морозостійких другорядних культур, таких як жито, тритикале, ячмінь, канола та деякі бобові [41, 42]

У глобальному контексті виробництва пшениці Азія є найбільшим постачальником, на який припадає 44% загального виробництва пшениці. Слідом за Азією, Європа становить 34%, а Америка – 15%. Менші, але подібні частки спостерігаються в Океанії та Африці, що становить приблизно 3,4–3,5% кожна. Протягом останніх 25 років регіональний розподіл часток виробництва пшениці залишався відносно постійним із незначними змінами. В Америці відбулося зниження на 5 процентних пунктів (зниження з 20%), що пояснюється розширенням вирощування кукурудзи та сої. Водночас в інших регіонах спостерігалось незначне зростання – на 1–2 %. У регіонах кожного континенту існує значна неоднорідність. Наприклад, майже половина з приблизно 100 мільйонів гектарів пшениці в Азії знаходиться в Південній Азії. Решта території приблизно розділена між Західною/Центральною та Східною/Південно-Східною Азією. У Південній Азії вирощування пшениці переважно зосереджено навколо Індо-Гангських рівнин, тоді як у Східній/Південно-Східній Азії воно зосереджено на північному сході Китаю. Регіональні відмінності очевидні в рівнях продуктивності; наприклад, Західна/Центральна Азія демонструє відносно нижчу продуктивність, тоді як Східна/Південно-Східна Азія демонструє вищі рівні продуктивності. Ці варіації продуктивності

перетворюються на різний регіональний внесок у загальні показники світового виробництва пшениці [5, 6].

Вирощування пшениці в різноманітних середовищах призвело до ідентифікації різних мегасередовища пшениці (ME). Ці ME охоплюють широкий спектр умов, починаючи від виробництва озимої пшениці в північних широтах до вирощування в теплих і вологих середовищах, таких як ті, що зустрічаються в Бангладеші і східній Індії. Наслідки наявності цих ME є далекосяжними, впливають на типи пшениці, що вирощується, наприклад яру чи озиму, хлібну або тверді сорти, варіації твердозерності та кольору. Крім того, ці ME мають пряме відношення до актуальності взаємоз'язаних ознак, включаючи стійкість до спеки та посухи, тривалість періоду дозрівання та стійкість до біотичних стресів. Мегасередовища тісно пов'язані з перевагами окремих систем виробництва пшениці. Вони охоплюють різні системи, від інтенсивних зрошуваних систем з високим і стабільним потенціалом врожайності до екстенсивних богарних систем з низьким і нестабільним потенціалом врожайності. Ці системи також відрізняються з точки зору використання ресурсів і рівнів механізації. Варто зазначити, що системи виробництва пшениці та її врожайність не завжди відповідають рівню національних доходів конкретної країни. Наприклад, переважно виробництво пшениці на богарі в Австралії не буде прямо відповідати класифікаційному рівню національного достатку країни. Ця розбіжність підкреслює складний характер сільськогосподарських систем і нестабільних чинників, що впливають на вирощування пшениці та врожайність у різних регіонах.

Пшениця має величезне значення для мільйонів дрібних фермерів на Глобальному Півдні. Ця культура не лише для заможних верств населення, а відіграє ключову роль для сільських дрібних виробників і споживачів, у тому числі тих, хто живе в містах з обмеженими ресурсами. Дрібні фермери в Азії, Африці та Південній Америці займаються вирощуванням пшениці як для власного споживання, так і для отримання прибутку. Ці дрібні господарства-виробники пшениці демонструють широкий діапазон агротехнічно

диверсифікації. Воно охоплюється від богарних систем з нижчою та більш нестабільною продуктивністю, як традиційно для Центрально-Західній Азії та Північній Африці, до більш інтенсивних комерційних невеликих господарств, таких як північно-західні з Індо-Гангською рівнини. Різниця між традиційними та нетрадиційними територіями вирощування пшениці має значні наслідки для продовольчої безпеки, засобів для існування в сільській місцевості та динаміки еволюції сільськогосподарських систем. Інновації та зміни в цих системах включають впливають переважно на використання рослинництва в тваринництві (використання пшеничної соломи як корм для тварин). Помітна варіативність очевидна в залежності від вирощування пшениці на зрошені. Приблизно три п'ятих площі посіву пшениці в країнах з низьким і нижчим середнім доходом зрошуються. Навпаки, лише 15% площі вирощування пшениці в країнах із рівнем доходу вище середнього та високим зрошується, що відображає відносно нижчу економічну цінність пшениці в цих регіонах. Поширеність дуже малих розмірів ферм на Глобальному Півдні створює проблеми, обмежуючи можливості вибору сорту та управління ризиками серед дрібних власників. Ці фермери часто не можуть дозволити собі вирощувати кілька сортів, щоб зменшити ризики, пов'язані з різними погодними умовами. Отже, вони залежать від сортів із стабільною врожайністю, незалежно від наявних погодних умов, щоб забезпечити надійний урожай та прибуток.

В сітових масштабах пшениця займає друге місце як найбільш споживана зернова культура для їжі, із середньорічним споживанням на душу населення 65,6 кілограма. Це становить приблизно 37% середньорічного споживання зернових, що становить 175 кілограмів на душу населення в усьому світі, без урахування виробництва пива. Пшениця використовується в 173 країнах, причому в 102 з цих країн рівень споживання понад 50 кілограмів на душу населення. Країни з традиціями споживання пшениці, зокрема в Північній Африці, Західній/Центральній Азії та Європі, як правило, демонструють особливо високе використання зерна на душу населення. Країни з рівнем доходу вище середнього та з високим рівнем доходу разом споживають близько 68%

світового експорту пшениці, головним чином через споживання пшениці на душу населення вище від середнього. З точки зору регіонального виробництва, Азія є основним сукупним споживачем, на котрий припадає 53% світового споживання пшениці, за нею йде Європа (26%), приблизно по 10% в Америці та Африці. За останні 25 років використання пшениці на душу населення в більшості регіонів світу незначно знизилося. Однак це маскує значне зростання світового споживання пшениці на душу населення з 55 до 70 кілограмів. Цей сплеск був зумовлений насамперед збільшенням використання в Африці та Азії з 1960-х років. В Африці щорічне споживання пшениці на душу населення зросло з 30 кілограмів до 47 кілограмів і досягло 49 кілограмів. В Азії, де рис є основною культурою, споживання пшениці на душу населення зросло з 29 кілограмів до 67 кілограмів із незначним зниженням до 63 кілограмів, що було зумовлено змінами в Південній та Південно-Східній Азії. У Китаї та Індії, сукупне населення яких становить понад 2,8 мільярда (36% світової популяції станом на 2019 рік), споживання пшениці значно зросло, що сприяло змінам, які спостерігаються в загальних тенденціях в Азії. Роль пшениці в глобальному харчуванні зазнала значної еволюції, особливо до 1990-х років. На цю трансформацію вплинули такі фактори, як зростання доходів, урбанізація та пов'язані з цим зміни в середовищі життя. У всьому світі відбулося значне зростання ВВП на душу населення, в середньому на 3,5% щорічно з 1961 по 2019 рік. Це зростання призвело до зростання ВВП на душу населення з приблизно 3,9 тис. доларів США на душу населення в триріччі, що закінчився у 1963 року, до приблизно 11,1 тис. доларів США на душу населення у 2019 році (у постійних цінах 2010 року). Водночас темпи урбанізації різко зросли, і світове міське населення зросло з трохи більше ніж 34% від загальної кількості населення в 1961 році до майже 56% в останні роки. Зростання урбанізації часто призводить до змін у харчових уподобаннях, способі життя та моделях споживання їжі, сприяючи змінам у попиті на продукти харчування, включно з такими основними продуктами як пшениця, у різних частинах світу [42, 43].

2. УМОВИ ВИКОНАННЯ ДОСЛІДІВ

Об'єктом дослідження були врожайні та якісні властивості нових сортів пшениці озимої, котрі пройшли сортовипробування та рекомендовані до умов Степу України в порівнянні вітчизняних та закордонних 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 було показати врожайні та якісні властивості, межі їх мінливості, напрями поліпшення ознак у сучасних сортів пшениці озимої, межі та стабільність у реалізації при екологічному та порівняльному сортовипробуванні. Провести моніторинг проходження онтогенезу та ключових, найбільш вразливих фаз розвитку, показати особливості у фенотипі нових сортів. Як вони впливають на ознаки врожайності та якості. Провести лабораторне дослідження основних показників білково-клейковинного комплексу, котрі формують технологічну якість зерна пшениці, показати можливості поліпшення.

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°C до -9°C , а липневі температури варіюють за тим же принципом від $+21^{\circ}\text{C}$ до $+23^{\circ}\text{C}$. 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 частини 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 гідрологічних ресурсів.

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

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

Площа та культура на площі	Площа, га	Від загальної площі, %
1. Площа полів 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 насіннєвими 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 агарного 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 великих 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

Полеві експерименти проводились науково-освітньому центрі практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету, склалися з набору з 10 генотипів пшениці озимої різного типу та походження. Порівняльне сортовипробування повинно було показати адаптивні здатності кожної форми до умов регіону.

Для коректного порівнянням необхідно мати стабільний генотип з гарантованим середнім проявом досліджуваних ознак за будь якої варіативності кліматичних умов по роках за умови стандартної варіації за кліматичними умовами. Таким сортом – точкою стабільності в наших дослідженнях був національний стандарт сорт Подолянка, котрий показує найнижчий генотип-середовищний ефект.

Крім сорту-стандарту Подолянка також досліджували в порівнянні ще 9 генотипів пшениці озимої місцевої та національної селекції Комерційна, Співанка, Дмитрівка, Ілюзіон, Пілуэта (селекції декількох українських селекційних центрів різного екотипу), АЛЕКСУС, НС Обала, Звездана (сербська селекція), МАНДАРИН (німецька селекція). Дослідні ділянки для визначення ознак були розміщено у трьох повторностях, регулярним чином, площа 5 м² повторності, сорт-стандарт як контроль висівався один раз на увесь дослід. При посіві ураховували МТЗ конкретного сорту, в залежності від цього й визначалась норма висіву.

У дослідях науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету проводилася оцінка фенології онтогенезу розвитку різних сортів пшениці озимої під час періоду перезимівлі. Оцінювали стан рослин водночас методом візуального спостереження посіві окремих сортів за наявності живих рослин, моніторингу загибелі та виходу з зимового періоду, характеристик наявності цукрів у вузлі

кущення під час критичних періодів у росту та розвитку рослин сортів пшениці озимої.

Моніторинг посівів сортів пшениці озимої проводили не лише для визначення зимостійкості, але й характеристик проходження окремих критичних фенофаз у онтогенезі. Ураження ентошкідниками та фітопатогенами, обліку засміченості. За результатами робили повний фенологічний опис окремих сортів за ключовими ознаками.

Врожайність досліджених зразків визначали зважуванням суцільно обмолочених прямим комбайнуванням дослідних ділянок. Використовували селекційний комбайн Сампо-130. Для встановлення переваг за окремими елементами структури врожайності проводили відповідний аналіз снопових зразків за котрим визначали коефіцієнт господарської придатності. Також проводили структурний аналіз 25 – 30 добре розвинених типових рослин з кожного сорту.

Проводили лабораторні аналізи отриманих зразків зерна пшениці на якість білково-клейковинного комплексу. Вміст білка та клейковини визначали інфрачервоним опромінюванням на приладі Спектран-119 за середньозваженою наважкою. Наявність компонентів запасних білків методами рідинної хроматографії, в тому числі й визначали молекулярний стан наявних корисних речовин.

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

У селекції пшениці використовуються різні методи впровадження ліній, кожен з яких має свої переваги та проблеми.

Добір ліній: цей метод передбачає систематичне схрещування протягом багатьох поколінь, відбір і схрещування батьківських ліній з бажаними ознаками. Однак у селекції пшениці добір ліній використовується рідше через значні ресурси, необхідні для відбору в багатьох поколіннях.

Масове розмноження: цей підхід передбачає змішування насіння з популяції відібраних рослин, збереження генетичного різноманіття та посадки суміші для наступного покоління. Масові методи є простішими та рентабельнішими, але вони можуть не бути придатними до конкретного відбору окремих рослин або ознак.

Метод сегрегації насіння передбачає вирощування кількох рослин із сегрегованої популяції, вибір однієї рослини на родину та вирощування наступних поколінь з окремих насіннін. Цей метод дозволяє швидко створювати лінії, особливо в теплицях або несезонних розсадниках.

Подвійні гаплоїди (DH): цей метод створює гомозиготні лінії безпосередньо з гетерозиготних рослин в одно покоління. Хоча цей метод призводить до отримання гомозиготних ліній швидше, він передбачає більші витрати та застосування спеціалізованих методів.

Крім того, у поєднанні з методами отримання ліній використовуються додаткові методи, такі як зворотне схрещування, мутаційна селекція та багатолінійна селекція. Зворотне схрещування передбачає періодичне схрещування відібраних рослин із батьком для перенесення бажаної ознаки на стабільний генетичний фон. Мутаційна селекція передбачає індукування мутацій у рослин для створення генетичної варіації. Багатолінійна селекція спрямована на створення сортів, які демонструють стабільну продуктивність у різних середовищах шляхом поєднання кількох генетичних фонів.

Вибір методу(ів) отримання лінії залежить від наявних ресурсів, цілей та методів селекції, яким віддають перевагу селекціонери. Кожен метод має свої переваги та обмеження, а вибір ґрунтується на конкретних вимогах програми селекції.

Селекція пшениці передбачає подвійну увагу до покращення популяції та методів селекції, кожен з яких відіграє вирішальну роль у збільшенні генетичного різноманіття селекційної програми та визначенні кращих селекційних ліній.

Повторний відбір, основний метод у селекції пшениці, зосереджується на покращенні загальної генетичної бази шляхом постійного схрещування та рекомбінації генетичного матеріалу. Незважаючи на трудомісткий характер проведення схрещувань у пшениці, гени чоловічої стерильності, як рецесивні, так і домінантні, можуть значно полегшити перезапилення, полегшуючи цей процес.

Різні методи селекції, такі як масовий відбір, найкращий лінійний неупереджений прогноз (BLUP), відбір за допомогою маркерів (MAS) і геномний відбір (GS), зазвичай використовуються в селекції пшениці для виявлення та просування кращих селекційних ліній на основі бажаних ознак або генетичних маркерів.

Інтеграція кількох підходів до покращення популяції, методів селекції та різних методів отримання ліній є проблемою для селекціонерів, особливо коли вони стикаються з нестачою фінансових ресурсів та інфраструктурними проблемами. Незважаючи на потенціал для інновацій та прогресу, більшість успішних програм селекції, як правило, зберігають традиційні підходи з незначними модифікаціями. Рідко намагаються переглянути всю селекційну програму через потенційне порушення поточних процесів отримання сорту. Однак важливо визнати, що такі методи, як геномна селекція (GS), за своєю природою мають мінливий непрогнозований характер, якщо використовувати їх повною мірою.

Розробка оптимальної стратегії з використанням останніх методологічних досягнень вимагає гнучкості та відкритого підходу. Селекціонерам важливо адаптувати та застосувати стратегію, яка включає інноваційні методології, хоча це може вимагати відходу від традиційних практик, оскільки підтримання балансу між традиціями та інноваціями є ключовими для успішних програм селекції пшениці.

Досягнення генетично-обумовленого приросту на полях фермерів вимагає добре структурованої та цілеспрямованої програми селекції. Ця програма передбачає кілька важливих кроків для покращення та надання впровадження сортів. Ретельний вибір високоцінних батьків для гібридизації має вирішальне значення для впровадження або підсилення бажаних ознак у змішаних популяціях. Постійне підтримання та впровадження нового генетичного різноманіття для відповідних ознак у селекційних популяціях є важливим для розширення генетичної бази та підвищення потенціалу для бажаних комбінацій ознак.

Проведення точного та всебічного фенотипування, тобто оцінювання та вимірювання фізичних і біохімічних характеристик рослин, є життєво важливим для відбору за широким спектром відповідних ознак. Гарний фенотип гарантує, що вибрані сорти відповідають уподобанням фермерів та бізнесу. Вибір кількох релевантних ознак і їх поєднання для створення комплексного «пакету ознак» має важливе значення для розробки сортів, які відповідають потребам фермерів і мають ринкові переваги.

Очікується, що інноваційні методи, такі як пришвидчення селекції, геномна селекція та редагування генів, відіграватимуть значну роль у подальшому покращенні темпів генетичних досягнень. Ці технології можуть підвищити точність відбору, скоротити тривалість циклів селекції та, зрештою, прискорити розробку покращених сортів шляхом ефективнішого й ефективнішого націлювання на певні ознаки.

Інтегруючи ці передові методології в селекційну програму, селекціонери можуть прискорити розробку та випуск нових сортів, які є краще

адаптованими, більш продуктивними та мають властивості, які відповідають вимогам фермерів та ринків.

Сорти в польовому випробуванні відбиралися за принципом відтворити різноманіття колекції сортів пшениці озимої кафедри селекції і насінництва з нових надходжень (таблиця 1). За даними показано 10 сортів – як стандарт був використаний зразок сорту Подолянка, порівнювали сорти Комерційна, Співанка, Дмитрівка, Ілюзіон, Пілуєта (селекції декількох українських селекційних центрів різного екотипу), АЛЕКСУС, НС Обала, Звездана (сербська селекція), МАНДАРИН (німецька селекція).

Таблиця 1. Характеристика за фенологічними спостереженнями.

Сорт	Ості	Стебло	Строки	Розвиток
Подолянка	б/о	с	сс	н-і
Комерційна	б/о	с	сс	н-і
Співанка	о	с	сс	н-і
Дмитрівка	о	с	сс	н-і
Ілюзіон	б/о	к/с	сс	і
Пілуєта	б/о	к/с	сс	і
АЛЕКСУС	б/о	к/с	сс	і
НС Обала	б/о	к/с	сс	і
Звездана	б/о	к/с	сс	і
МАНДАРИН	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 набору сортів представлені переважно безості форми, остистий лише один, тобто повна меншість, слід зауважити, що вживання іноземної зародкової плазми в селекції приводить до формування пулу безостих форм,

що повинно у відповідності до особливостей розвитку генетичного поліпшення злакових культур, приводити до більш високої стійкості до урадження колосовими шкідниками. Також безостість як ознака пов'язана з деякими геними системами, що контролюють вищу якість. Усі досліджувані нові форми, крім одного (Дмитрівка), відносяться до короткостеблових та середностиглих (теж крім одного пізньостиглого МАНДАРИНУ), що, більш за все, обумовлено включенням до селекції іноземного матеріалу для українських сортів, або загальною тенденцією для іноземних. Пізньостиглі генотипи повинні характеризуватися в умовах Степу більшою вразливістю до посух, що мають місце під час критичних фаз онтогенезу у пшениці озимої. Разом з тим, повністю відсутні ранньостиглі сорти, компонента котрих бажана на рівні не менш 10 % для стабілізації по врожайності. Перевага в сучасному українському селекційному процесі надається здатністю до використання вегетаційного періоду для підвищення продуктивності та якості зерна. Також можливе використання потенціалу реутилізації.

Як показує практика, сорти з застосуванням плазми іноземної селекції переважно є короткостебловими, на рівні до 80 см., у той час як виключно вітчизняні напівінтенсивні форми переважно середньорослі, що більше дає переваги сортам західноєвропейського сорто типу, урахувуючи як вищу стійкість до полягання, можливості щодо перорієнтації живильних речовин з формування вегетативної маси на створення вищої зернової продуктивності. Усі сорти з представленого набору можна віднести до інтенсивного типу, крім одного. Стандарт та сорти селекції ДДАЕУ за особливостями формування фенотипу варто віднести до напівінтенсивних.

Особливістю Півночі Степу є високі та фіксовані вимоги до стійкості запропонованих генотипів до умов перезимівлі, якщо в наявності є тривалий період жорстких періодів з відсутністю снігового покриву та температурами значно нижче нуля (особливо нижче від -20) (таблиця 2). Фенологічні спостереження відповідають вивченню особливостей накопичення цукрів в кореневому вузлі та показують, що зимостійкість була обумовлена як

генетично ($F = 12.32$; $F_{0.05} = 6.02$; $P < 0.01$), так і ґрунтово-кліматичними умовами ($F = 18.17$; $F_{0.05} = 3.87$; $P < 0.01$).

Таблиця 2. Онтогенез рослини зразків під час перезимівлі.

Зразок	Всхожість	До зимового періоду	По зимовому періоду
Подольанка	5,0	5,0	5,0
Комерційна	5,0	5,0	4,8
Співанка	5,0	5,0	5,0
Дмитрівка	5,0	5,0	5,0
Ілюзіон	5,0	5,0	5,0
Пілуєта	5,0	5,0	5,0
АЛЕКСУС	5,0	5,0	4,5
НС Обала	5,0	5,0	5,0
Звездана	5,0	4,0	3,5
МАНДАРИН	5,0	4,75	4,5

Усі зразки в дослідженні показали високу схожість, що свідчить про гарний стан наданого для дослідження насіння. Також майже всі показали гарний стан посіву при моніторингу перезимівлі, трохи гіршим бував сорт МАНДАРИН, значно вразливим здався сорт сербської селекції Звездана, що також постраждав в результаті перезимівлі, але вже досить значно, переважно в плані розвитку кореневої системи. Як побачимо у подальшому цей сорт продемонстрував суттєво нижчу продуктивність, тобто вимога з високої зимостійкості залишається актуальною для деяких генотипів для вирощування у Степу України.

Таким чином, для деяких сортів характерна нижча зимостійкість, але ця різниця статистично достовірна лише для одного генотипу, для якого це суттєво вплине на врожайні властивості.

Врожайність сортового набору в польвоому експерименті досліджували протягом трьох вегетаційних сезонів (таблиця 3). Крім загальної врожайності, котру обраховували зваженнями по ділянках після суцільного комбайнування також обраховували коефіцієнт госопдарської придатності, який виводили відношення маси зерна до загальної ваги снопа. Ця ознака у високому значені є обов'язковою складовою сучасного інтенсивного фенотипу сорту. Над підвищенням її значння активно працюють переважно у сенсі ниження вагивегетативної маси на користь генеративної. Вона обумовлена арзітектурою рослини та є однією з перспективни генетичних потенцій.

Таблиця 3. Врожайність зразків в порівнянні та по роках.

Зразок	К _{господарської} придатності	Рік, т га ⁻¹			Середня
		2021	2022	2023	
Подольанка	41,1 ± 1,2 ^a	6,82 ^a	6,77 ^a	7,13 ^a	6,91 ^a
Комерційна	40,1 ± 1,2 ^a	7,91 ^b	7,38 ^b	5,75 ^b	7,01 ^a
Співанка	41,0 ± 1,2 ^a	7,53 ^b	7,44 ^b	7,84 ^c	7,60 ^b
Дмитрівка	42,0 ± 1,2 ^a	6,38 ^c	9,31 ^c	6,64 ^d	7,44 ^b
Ілюзіон	46,2 ± 1,2 ^b	6,27 ^c	10,56 ^d	6,52 ^d	7,78 ^b
Пілуэта	45,3 ± 1,1 ^b	6,28 ^c	8,78 ^e	6,53 ^d	7,20 ^{ab}
АЛЕКСУС	44,6 ± 1,3 ^b	6,88 ^a	8,74 ^e	7,16 ^a	7,59 ^b
НС Обала	43,7 ± 1,2 ^b	6,31 ^c	9,53 ^c	6,56 ^d	7,47 ^b
Звездана	43,7 ± 1,1 ^b	5,09 ^d	4,26 ^f	5,29 ^b	4,88 ^c
МАНДАРИН	44,4 ± 1,2 ^b	5,89 ^e	10,07 ^d	6,13 ^d	7,36 ^b

Формування врожайності було обумовлено як генетичними потенціями сорту ($F = 12.57$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), так і ґрунтово-кліматичними умовами ($F = 11.13$; $F_{0.05} = 3.81$; $P < 0.01$). При аналізі результатів трьохрічного дослідження врожайності в цілому, знаходимо, що стандарт сорт Подольанку

підчас польового дослідження в цілому переважали за врожайністю постійно шість зразків Співанка ($F=11.93$; $F_{0.05}=3.55$; $P<0.01$), Дмитрівка ($F=12.15$; $F_{0.05}=3.55$; $P<0.01$), Ілюзіон ($F=12.22$; $F_{0.05}=3.55$; $P<0.01$), АЛЕКСУС ($F=12.34$; $F_{0.05}=3.55$; $P<0.01$), НС Обала ($F=10.93$; $F_{0.05}=3.55$; $P=0.01$), МАНДАРИН ($F=11.97$; $F_{0.05}=3.55$; $P<0.01$). Але на відміну від деяких попередніх досліджень, відрив був хоч і статистично-достовірним, але на таким вагомим, як варто було очікувати.

Для класифікаційного аналізу та встановлення динаміки по роках з урахуванням особливостей формування врожайності як ознаки та сортової особливості було проведено кластерний аналіз по результатам за три роки вирощування (Рис.1), котрий дав можливість згрупувати генотипи за п'ятьма групами, з них один основний та чотири мінорних (представлені лише одним сортом), виявити особливості генотипів за поведінкою, потім провести аналіз впливу генотипової та генотип-середовищної компоненти (Рис. 2 та 3).

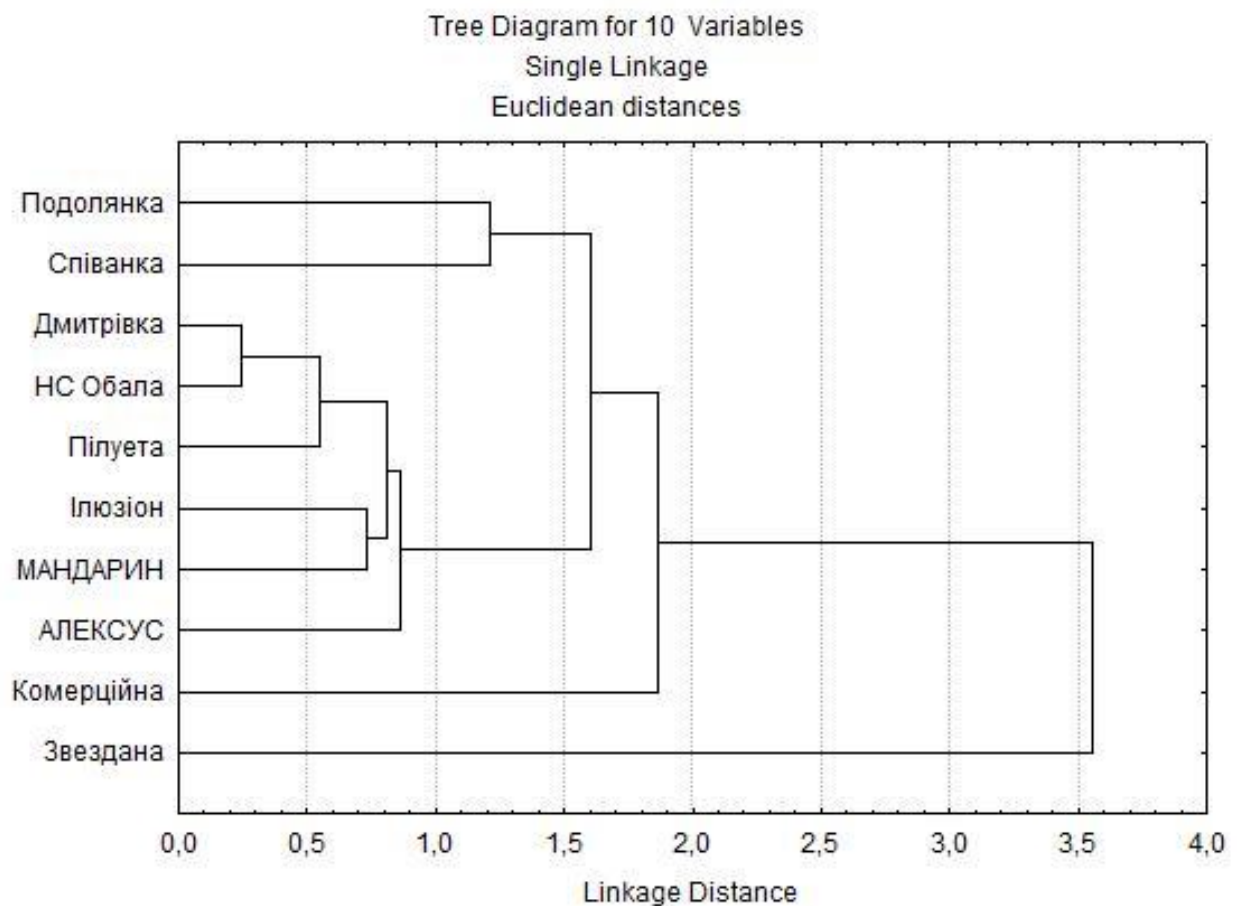


Рис. 1. Результати кластерного аналізу по врожайності.

В першій групі був зразок що відзначався стабільністю у прояві ознак врожайності по роках, та в результаті проявляв її на невисокому ле стабільному рівні.

До другої мінорної групи Співанка, що в цілому перевищувала за врожайністю групу стандарту, але в окремі роки не була зовсім стабільною (2023) з огляду на доволі різке значення за зерновою продуктивністю.

До третьої основної групи належав вищі по врожайності зразки Дмитрівка, Ілюзіон, НС Обала, МАНДАРИН, котрі як в цілому переважали стандарт, так і за коермими роками за динамікою прояву цієї ознаки.

Самий низьковрожайний сорт Звездана сформували наступну групу, котра характеризується стабільною нижчою врожайністю за стандарт за усі роки дослідження.

Остання мінорна група складалася з сорту Комерційна, котрий через значно нижчу врожайність у 2023 році встав на рівень стандарту, хоча кожного року у період 2021 – 2022 рр. значно його перевищував. Причиною стало вилягання даного сорту в конкретних умовах року.

За підсумком аналізу по врожайності варто виділити так зразки як Дмитрівка, Ілюзіон, НС Обала, МАНДАРИН, тобто третя 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.

Як бачимо з Рис.2. за стабільністю кращим був другий рік випробування, що показав найбільш типові умови, властиві для даного типу ґрунтово-кліматичних умов.

Щодо аналізу окремо за генотиповою компонентною, то за результатами отриманого на Рис. 3 графіка, більш стабільними були такі сорти в прояві врожайності як Дмитрівка, Ілюзіон, НС Обала, МАНДАРИН. Менша стабільність у прояві ознаки характерна для Комерційної та сортів

Звездана, АЛЕКСУС. Таким чином, знаходимо, що висока врожайність обумовлена генетичними потнеціями, а не за рахунок мінливості природніх умов.

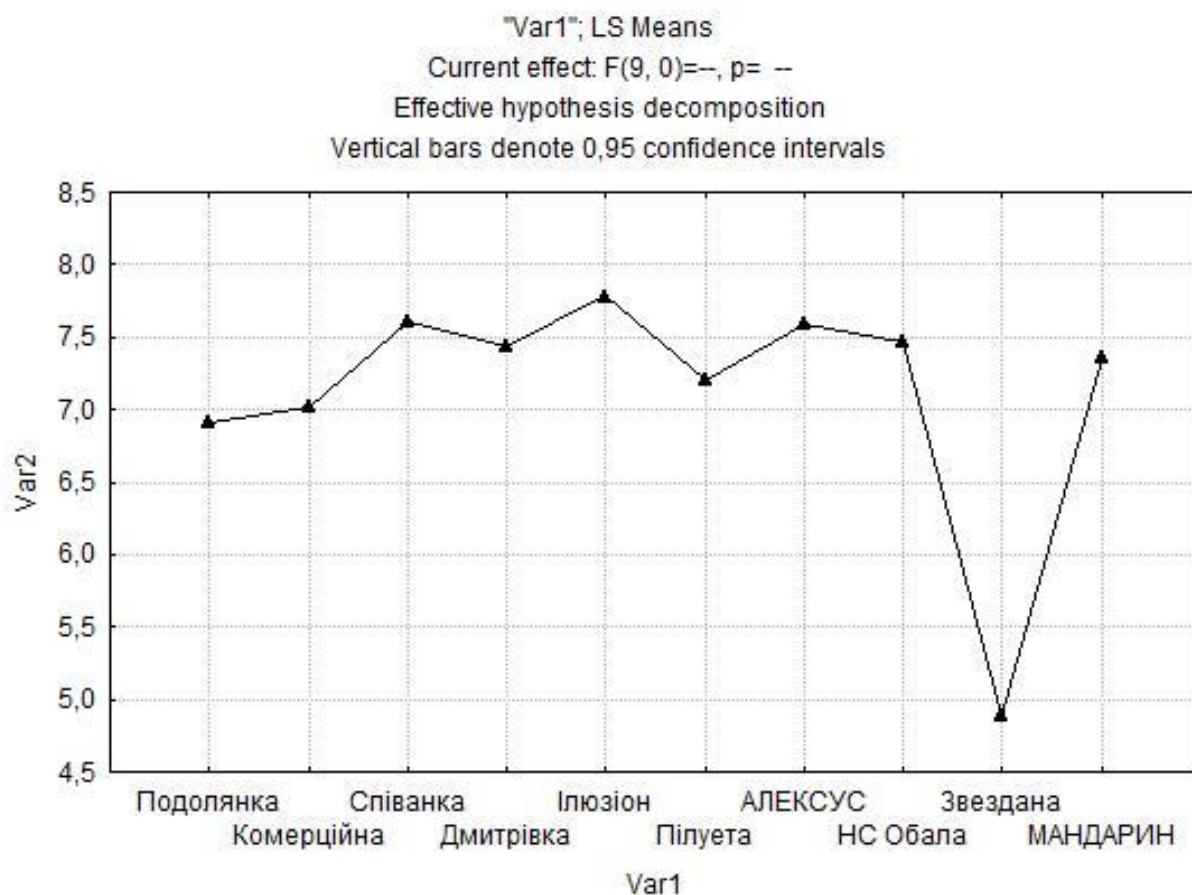


Рис. 2. Стабільність генотипів по роках.

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 сортів Звездана та Комерційна, у котрих виникли певні проблеми в перший рік дослідження, але більш-менш в рамках норми, що свідчить про достатньо широкі межі екологічної адаптивності і потенційну наявність декількох біотипів, що не є бажаним для сорту.

Ще частково пояснюється дуже нетиповими умовами року, але такого не спостерігалось по-перше, по-друге мінливість досить висока для усього періоду експерименту.

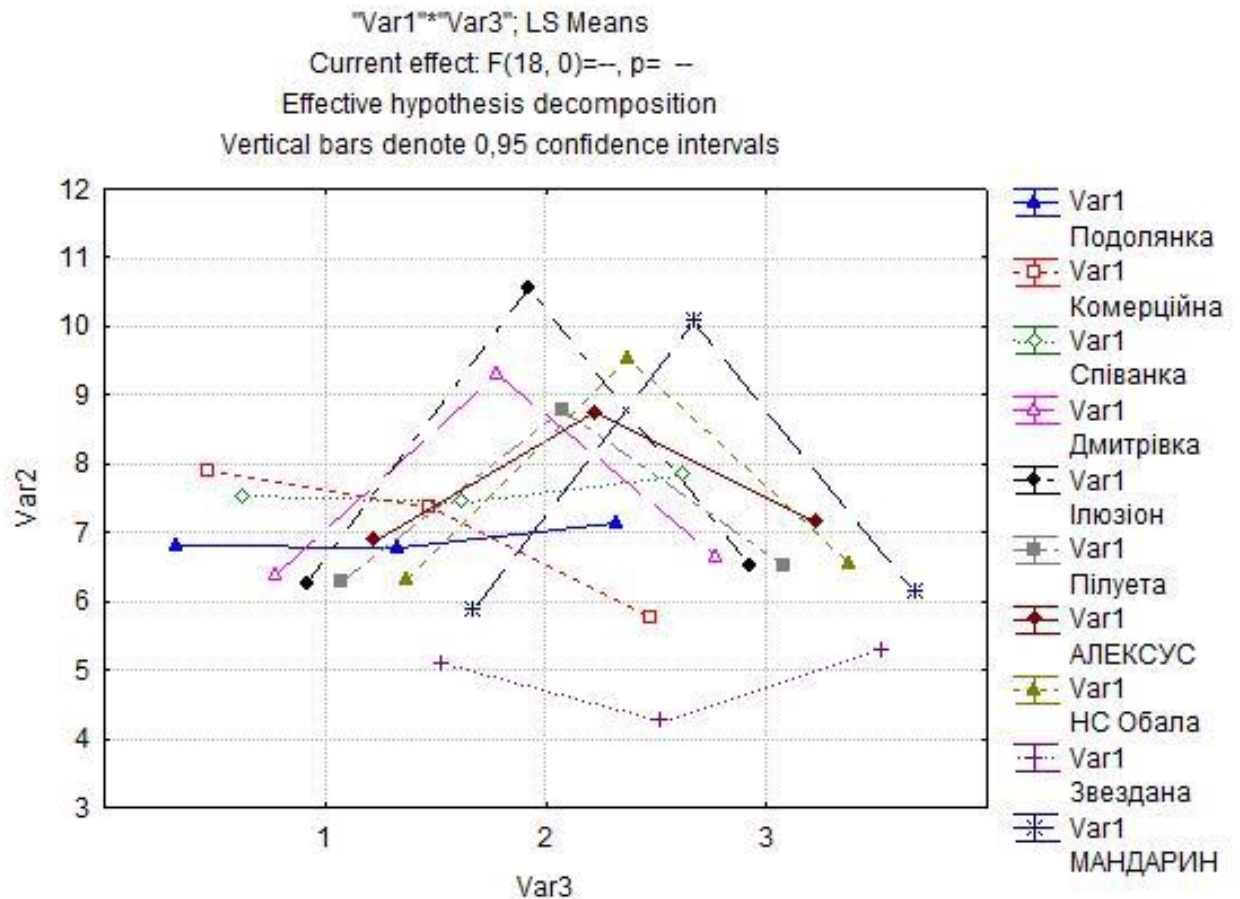


Рис. 3. Генотип-середовищна взаємодія.

Проведено структурний аналіз для встановлення системи залежностей між окремими компонентами структури врожайності пшениці озимої для виявлення впливу окремих ознак на врожайність та встановлення відмінностей у високоврожайних сортах.

Щодо висоти рослин, то фактично сорти побилися на дві групи, де частина були середньостебловими, частина – короткостебловими. Висока врожайність переважно характерна для короткостеблових більш інтенсивних зразків, що й обумовлює більшу перевагу таких форм. Також існує тісний зв'язок з коефіцієнтом господарської придатності, який характерно вищий у короткостеблових форм знову та таким чином статистично достовірно відмінні від стандарту за нижчим стеблом сорти переважно є й більш продуктивними.

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	100,4 $\pm$ 1,1 ^a	35,2 $\pm$ 3,2	1,2 $\pm$ 0,2 ^a	4,1 $\pm$ 0,2 ^a	50,2 $\pm$ 1,1 ^a
Комерційна	97,5 $\pm$ 1,6 ^a	34,2 $\pm$ 4,2 ^a	1,2 $\pm$ 0,2 ^a	4,2 $\pm$ 0,3 ^a	49,8 $\pm$ 1,2 ^a
Співанка	97,6 $\pm$ 1,4 ^a	34,2 $\pm$ 2,2 ^a	1,8 $\pm$ 0,2 ^b	5,2 $\pm$ 0,2 ^b	54,2 $\pm$ 1,2 ^b
Дмитрівка	86,1 $\pm$ 2,1 ^b	34,2 $\pm$ 3,1 ^a	1,9 $\pm$ 0,2 ^a	4,7 $\pm$ 0,3 ^b	54,3 $\pm$ 1,0 ^b
Ілюзіон	74,3 $\pm$ 1,9 ^c	40,0 $\pm$ 3,0 ^b	2,1 $\pm$ 0,2 ^b	5,0 $\pm$ 0,3 ^b	55,5 $\pm$ 1,1 ^b
Пілуєта	75,0 $\pm$ 1,3 ^c	38,7 $\pm$ 3,0 ^b	1,3 $\pm$ 0,2 ^a	4,1 $\pm$ 0,2 ^a	49,3 $\pm$ 1,6 ^a
АЛЕКСУС	74,3 $\pm$ 1,3 ^c	39,5 $\pm$ 2,7 ^b	2,1 $\pm$ 0,2 ^b	4,9 $\pm$ 0,4 ^b	54,9 $\pm$ 1,0 ^b
НС Обала	75,7 $\pm$ 1,6 ^c	40,1 $\pm$ 2,7 ^b	2,2 $\pm$ 0,2 ^b	4,9 $\pm$ 0,3 ^b	54,0 $\pm$ 1,1 ^b
Звездана	74,2 $\pm$ 2,4 ^c	40,1 $\pm$ 3,1 ^b	1,5 $\pm$ 0,2 ^a	4,1 $\pm$ 0,3 ^a	46,1 $\pm$ 1,1 ^c
МАНДАРИН	76,2 $\pm$ 1,3 ^c	42,1 $\pm$ 3,1 ^b	2,0 $\pm$ 0,2 ^b	4,9 $\pm$ 0,2 ^b	53,5 $\pm$ 1,1 ^b

Ознака ваги зерна з колосу статистично достовірно вплинула на врожайність, так вона була вищою зі статистичною достовірністю у сортів Співанка ($F = 9.12$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), Дмитрівка ($F = 8.76$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), Ілюзіон ($F = 9.78$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), НС Обала ($F = 9.08$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), МАНДАРИН($F = 8.77$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$). Таким чином, вагомо впливає на врожайність як інтегративну ознаку наявність гарного виповненого головного колосу з високою вагою зерна з нього.

Показник ваги зерна з рослини доповнив картину з першого тих самих більш врожайних генотипів. Так переважали стандарт форми Співанка ($F = 9.11$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), Дмитрівка ($F = 8.92$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), Ілюзіон ($F = 9.88$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), НС Обала ($F = 9.33$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), МАНДАРИН($F = 8.99$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$). Тобто вони мали не лише вагомий головний колос, але й більш розвинені додаткові пагони, котрі дали

добре розвинені додаткові колоси. Таким чином, досліджені сорти формували продуктивність як за рахунок головного, так і за рахунок додаткових колосів одразу обома можливими варіантами, взаємодоповнюючи.

Показник МТЗ затвердив перевагу врожайних сортів. Знов перевищували усі інші у групі більш врожайні сорти Співанка ($F = 9.32$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), Дмитрівка ($F = 8.98$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), Ілюзіон ($F = 10.38$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), НС Обала ($F = 9.67$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$), МАНДАРИН ($F = 9.19$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.01$) та був нижчий у менш врожайного сорту Звездана ($F = 6.19$; $F_{0.05} = 5.45$; $P = 0.02$).

Таким чином, для формування високої врожайності сучасним сортам допомагають адитивно, змішано одразу як висока вага гарно виповненого зерна з головного колосу так і досконала продуктивна кущистість.

Вагомим показником, котрий впливає на синтез органічної речовини є активність фотосинтезу (таблиця 5) котра показала, що в цілому ця активність була суттєво вища для врожайних сортів ($F = 9.08$; $F_{0.05} = 5.55$; $P < 0.01$). знов перевагу отримали самі врожайні зразки Співанка ($F = 7.12$; $F_{0.05} = 5.15$; $P = 0.02$), Дмитрівка ($F = 8.16$; $F_{0.05} = 5.15$; $P = 0.01$), Ілюзіон ($F = 9.38$; $F_{0.05} = 5.15$; $P = 0.01$), НС Обала ($F = 9.34$; $F_{0.05} = 5.15$; $P = 0.01$), МАНДАРИН ($F = 9.17$; $F_{0.05} = 5.15$; $P = 0.01$), що також показали високу активність фотосинтетичного парату. Можна зробити висновок, що наявність високої активності фотосинтезу у сучасних сортів є передумовою високої генетично-обумовленої врожайності.

Для дослідження впливовості та достовірної вагомості ознаки в дослідженні та його значення для переважання зернової продуктивності окремих сортів провели факторний та дискримінантний аналізи по кожному паарметру, котрий можливо формує зернову продуктивність та має значення окремо для кожного сорту для її прояву (таблиці 6, 7). Щодо мінливості по роках дослідження, то модельними були ознаки ваги зерна з рослини, МТЗ, фотосинтетичної активності.

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

Зразок	SPAD	Хлр(a+b), мкмоль/м ⁻²
Подільська	50,5 $\pm$ 1,2 ^a	667,4 $\pm$ 12,7
Комерційна	49,7 $\pm$ 1,5 ^a	655,3 $\pm$ 12,5
Співанка	52,8 $\pm$ 1,4 ^a	718,0 $\pm$ 12,1
Дмитрівка	56,5 $\pm$ 1,5 ^b	776,7 $\pm$ 11,1
Ілюзіон	56,4 $\pm$ 0,6 ^b	782,5 $\pm$ 7,0
Пілуєта	56,4 $\pm$ 0,6 ^b	811,5 $\pm$ 8,1
АЛЕКСУС	56,3 $\pm$ 0,8 ^b	771,9 $\pm$ 7,2
НС Обала	58,7 $\pm$ 0,7 ^c	831,1 $\pm$ 6,2
Звездана	56,5 $\pm$ 0,7 ^b	751,9 $\pm$ 6,0
МАНДАРИН	56,1 $\pm$ 1,0 ^b	771,7 $\pm$ 10,1

Таблиця 6. Загальні результати ідентифікації впливових ознак.

Моделльні параметри	Рік	Генотип	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (5,06)	p-level
Висота рослин, см	0.543	0.767*	0.016	8.03	0,01
Зерна з головного колосу, шт.	0.325	0.312	0.010	3.03	0,10
Вага зерна з головного колосу, г	-0.623	0.745*	0.016	7.99	0,03
Вага зерна з рослини, г	0.811*	0.912*	0.022	12.67	< 0,01
МТЗ, г	0.743*	0.943*	0.025	16.12	< 0,01
SPAD	0.844*	-0.813*	0.026	12.23	< 0,01
Пояснена частина	2.139	2.990	--	--	--
Не-пояснена	0.817	0.168	--	--	--

Для сортової мінливості до впливових параметрів відносяться також висота стебла (вочевидь, через врожайність короткостеблових генотипів, опосередкований вплив господарської придатності) та вага зерна з головного

колосу. Тобто можна зробити висновок, що вагомість впливу сорту у підвищенні врожайності переважає впливу ґрунтово-кліматичних умов.

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 (71%), тоді як майже всі інші мали класифікаційну спроможність не нижче від 80 %, чого цілком достатньо для будь-якої достовірної ідентифікації.

Таблиця 7. Підсумкова класифікація в просторі функцій

Зразок	Модельність, %
Подільська	84
Комерційна	71
Співанка	89
Дмитрівка	89
Ілюзіон	90
Пілуєта	83
АЛЕКСУС	85
НС Обала	86
Звездана	79
МАНДАРИН	87

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

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, вищій вміст білку та клейковини мали сорти іноземної селекції походження ($F = 12.12$; $F_{0.05} = 4.45$; $P < 0.01$), котрі достовірно відрізнялися від локальних сортів та стандартів. Стандарт пеервршували сорти зразки АЛЕКСУС ($F = 7.45$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.02$), Пілуета ($F = 8.42$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), Звездана ($F = 9.32$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), НС Обала ($F = 9.39$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), МАНДАРИН ($F = 9.46$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$).

Щодо вмісту високомолекулярних глютенінів, то відзначилися сорти АЛЕКСУС ($F = 6.15$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.03$), Пілуета ($F = 6.42$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.02$), Звездана ($F = 7.32$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), НС Обала ($F = 7.39$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), за нижчим вмістом несприятливих низькомолекулярних глютенінів, небажано використання сортів АЛЕКСУС ($F = 7.95$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), Комерційна ($F = 8.42$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.02$), Звездана ($F = 8.32$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), НС Обала ($F = 8.39$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$) та Співанка ($F = 8.46$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), усі інші генотипи суттєво не відрізнялися.

Особливо високий вміст гліадинів мали сорти АЛЕКСУС ($F = 7.45$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.02$), Пілуета ($F = 8.42$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), Звездана ($F = 9.32$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), НС Обала ($F = 9.39$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$), МАНДАРИН ($F = 9.46$; $F_{0.05} = 5.05$; $P = 0.01$)., інші не відрізнялися від стандарту. Тобто даній ознаці за якістю приділяється достатньо уваги.

Таким чином, за виключенням сортів Дмитрівка, усі інші сорти мають гарні та відмінні технологічні якості. Це свідчить що селекція пшениці озимої на якість дозволяє стабільно вдовольнити усі потреби хлібопекарської промисловості.

Таблиця 8. Показники якості зерна зразків пшениці озимої.

Зразок	Білка, %	Клейковини, %	Гютеніна, г		Гліадіну, г
			ВМ	НМ	
Подільська	13.9 ± 0.3 ^a	25.1 ± 0.3 ^a	0.17 ± 0.01 ^a	0.41 ± 0.01 ^a	0.41 ± 0.01 ^a
Комерційна	13.9 ± 0.3 ^a	24.9 ± 0.3 ^a	0.16 ± 0.01 ^a	0.50 ± 0.02 ^b	0.42 ± 0.01 ^a
Співанка	13.9 ± 0.3 ^a	24.8 ± 0.2 ^a	0.17 ± 0.01 ^a	0.51 ± 0.02 ^b	0.41 ± 0.02 ^a
Дмитрівка	13.6 ± 0.2 ^a	24.8 ± 0.3 ^a	0.17 ± 0.02 ^a	0.42 ± 0.01 ^a	0.41 ± 0.01 ^a
Ілюзіон	13.8 ± 0.2 ^a	25.2 ± 0.3 ^a	0.17 ± 0.01 ^a	0.42 ± 0.01 ^a	0.42 ± 0.01 ^a
Пілуєта	14.7 ± 0.2 ^b	26.8 ± 0.3 ^b	0.21 ± 0.01 ^b	0.41 ± 0.02 ^a	0.51 ± 0.02 ^b
АЛЕКСУС	14.7 ± 0.2 ^b	26.8 ± 0.3 ^b	0.22 ± 0.01 ^b	0.51 ± 0.01 ^b	0.52 ± 0.01 ^b
НС Обала	14.6 ± 0.2 ^b	26.9 ± 0.2 ^b	0.22 ± 0.01 ^b	0.51 ± 0.01 ^b	0.51 ± 0.01 ^b
Звездана	14.6 ± 0.2 ^b	26.8 ± 0.2 ^b	0.22 ± 0.01 ^b	0.52 ± 0.01 ^b	0.51 ± 0.01 ^b
МАНДАРИН	14.7 ± 0.2 ^b	26.9 ± 0.2 ^b	0.16 ± 0.01 ^a	0.40 ± 0.02 ^a	0.51 ± 0.01 ^b

Таким чином за поєднанням показників якості варто відзначити, що переважно досліджені іноземні мали високі значення цих показників та є перспективними для використання в якості вихідного матеріалу для селекції на хлібопекарські властивості. Обидва сорти української селекції їм поступалися.

Сорти АЛЕКСУС, НС Обала, МАНДАРИН поєднали в собі високі врожайні та технологічні якості та здатні безпосередньо бути використаними як комерційний сорт в умовах Півночі Степу України. Сорти Співанка, Дмитрівка, Ілюзіон мали високу врожайність та задовільну якість на рівні сильних пшениць.

5. ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ДОСЛІДЖЕННЯ

Сортові особливості дають уявлення про стадії росту різних культур, включаючи фактори, що впливають на ріст, такі як температура, доступність води, поживні речовини та інші умови середовища. Це розуміння має вирішальне значення для того, щоб фермери та агрономи приймали обґрунтовані рішення. Імітуючи різні агротехнічні прийоми, такі як різні графіки зрошення, внесення добрив або дати посіву, ці моделі дозволяють оцінити їх вплив на ріст культур. Це допомагає в оптимізації практики для максимізації врожаю та ефективності.

Фермери та дослідники можуть приймати кращі рішення щодо сільськогосподарської практики, розподілу ресурсів і управління ризиками, використовуючи дані та прогнози, надані цими сортовими моделями. Розуміння того, як різні сільськогосподарські методи впливають на навколишнє середовище, має вирішальне значення. Імітаційні моделі сільськогосподарських сортів можуть допомогти оцінити вплив різних практик на навколишнє середовище, сприяючи розробці більш стійких методів сільського господарства.

Оскільки зміна клімату впливає на глобальні погодні умови, моделі сільськогосподарських сортів відіграють вирішальну роль у прогнозуванні того, як ці зміни можуть вплинути на врожайність сільськогосподарських культур, і пропонують адаптації для пом'якшення потенційних ризиків. Моделі сільськогосподарських культур допомагають у розробці нових сортів сільськогосподарських культур шляхом імітації продуктивності різних генотипів у різних умовах. Це допомагає селекціонерам у виборі та вирощуванні культур, які є більш стійкими та продуктивними.

Ці моделі можуть симулювати різні сценарії в різних масштабах, від невеликих ділянок до регіональних або глобальних масштабів, надаючи універсальний інструмент для аналізу та прийняття рішень. Загалом імітаційні моделі сільськогосподарських сортів служать потужними інструментами

прогнозування, допомагаючи в ефективному управлінні ресурсами, сталих методах ведення сільського господарства та розробці стратегій для боротьби зі мінливими умовами навколишнього середовища.

Економічну ефективність впровадження оцінювали для дослідження наступним чином:

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

$$\begin{aligned} V_{пр.} &= Y * C_p, \text{ грн/га,} \\ 6,9 * 6700 &= 46230 \\ 7,8 * 6700 &= 52260 \end{aligned}$$

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

C_p – ціна продажу, грн/т.

Собівартість 1 т зерна (C):

$$\begin{aligned} C &= Z_v / Y, \text{ грн/т,} \\ 28100 / 6,9 &= 4072 \\ 28100 / 7,8 &= 3603 \end{aligned}$$

де Z_v – затрати на виробництво, грн/га;

Y – фактично зібрано зерна, т/га.

Умовно чистий прибуток ($ЧП$):

$$\begin{aligned} ЧП &= V_{пр.} - Z_v, \text{ грн/га,} \\ 46230 - 28100 &= 18130 \\ 52260 - 28100 &= 24160 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_p &= (ЧП / V_v) * 100, \% \\ (18130 / 28100) * 100 &= 64,5 \\ (24160 / 28100) * 100 &= 85,9 \end{aligned}$$

де R_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	Подільська	Ілюзіон
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	28100
Собівартість 1 т, грн	4072	3603
Умовно чистий прибуток, грн/га	18130	24160
Рівень рентабельності, %	64,5	85,9
Окупність витрат	1,65	1,86

Сортозміна як засіб підвищення економічної ефективності виробництва продукції рослинництва призвело через впровадження нового сорту Ілюзіон до зростання чистого прибутку на 5970 гривень при рості рентабельності від 64,5 до 85,9 %, при цьому окупність витрат на одну гривню зросла з 1,65 до 1,86, тобто майже на 12 %.

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 місті 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_6 :

$$K_6 = \frac{Д}{Т} = \frac{15}{1} = 15,$$

де $Д$ – період втрати можливості працювати.

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

$$K_{вт} = \frac{Д}{Т} \cdot 1000 = \frac{15}{40} \cdot 1000 = 375,$$

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

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами дослідження маємо наступні висновки та пропозиції:

1. Показано, що в деяких випадках низька зимостійкість може призводити до втрат урожаю навіть в пом'яшеному глобальними змінами кліматі на прикладі сорту Звездана.

2. Найбільший вплив на врожайність має комплекс ознак високої ваги зерна з головного колосу та з рослини, індикатором чого є підвищення МТЗ. Властивістю високоврожайних сортів є наявність високої фотосинтетичної активності та вищого коефіцієнту господарської придатності.

3. Показано менший вплив середовища на ознаку врожайності у високопродуктивних сортів сучасної селекції, що свідчить про їх суттєво вищу екологічну пластичність та стабільність.

4. Сорти АЛЕКСУС, НС Обала, МАНДАРИН поєднали в собі високі врожайні та технологічні якості та здатні безпосередньо бути використаними як комерційний сорт в умовах Півночі Степу України. Сорти Співанка, Дмитрівка, Ілюзіон мали високу врожайність та задовільну якість на рівні сильних пшениць. Сорт Звездана можливий до використання в селекційному процесі як джерело високої якості.

5. Впровадження через сортозміну нового сорту Ілюзіон призведе до зростання чистого прибутку на 5970 гривень при рості рентабельності від 64,5 до 85,9 %, при цьому окупність витрат на одну гривню зросла з 1,65 до 1,86, тобто майже на 12 %.

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., Beiko V. Rate of chromosomal aberrations induced by еrimutagen 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. Tkalic, 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 доступа 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 виокремленні екогенетичних чинників в стабільних агроценозах зернових культур/ Таврійський науковий вісник.— 2023. – 129. С. 47–54. Режим доступа 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/agrar.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/agrar.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 ethylmethanesulfonate 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 доступа 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 І 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. Shytikov 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 доступа 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 доступа 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 доступа до статті: <https://doi.org/10.32848/agrар.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