МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність Н1 Агрономія

Допускається до захисту
Завідувач кафедри генетики селекції і насінництва с.- г. культур

_____ професор, М.В. Лозінський

_____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ГЕНЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЯРОЇ ЗА ЦІННИМИ ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ В УМОВАХ ДОСЛІДНОГО ПОЛЯ НВЦ БНАУ

Виконав: Марченко Данило Володимирович _____

Керівник: доцент Сабадин В.Я. _____

Біла Церква – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агробіотехнологічний факультет
Спеціальність: Н1 Агрономія

Затверджую
Гарант ОП «Агрономія»
_____ професор, М.Б. Грабовський
10 вересня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
на кваліфікаційну роботу здобувачу
Марченку Данилу Володимировичу

Тема: «Генетичний потенціал сортів пшениці м'якої ярої за цінними господарськими ознаками в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ»
Затверджено наказом ректора № 496/С від 04.11.2025 р.
Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи до 17.11.2026 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі.
Огляд наукової літератури; ґрунтово-кліматичні умови господарства; методика проведення досліджень; аналіз результатів досліджень щодо мінливості ознак головного колоса за довжиною, кількістю колосків і кількістю зерен у колосі, маси зерна з колоса, маси 1000 зерен та збудників хвороб листя .
Вихідні дані: сорти пшениці м'якої ярої.
Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	до 14.09.2026	Виконано
Методична частина	до 21.09.2026	Виконано
Дослідницька частина	до 25.10.2026	Виконано
Оформлення роботи	до 17.11.2026	Виконано
Перевірка на плагіат	до 01.11.2026	Виконано
Подання на рецензування	до 09.11.2026	Виконано
Попередній розгляд на кафедрі	02.11.2026	Виконано
Розміщення в репозитарії БНАУ з накладанням КЕП	до 16.11.2026	Виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Валентина САБАДИН

Здобувач _____ Данило МАРЧЕНКО
Дата отримання завдання 3 вересня 2025 р.

ДЕКЛАРАЦІЯ

про дотримання академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи

Я, Марченко Данило Володимирович, здобувач другого рівня вищої освіти за освітньою програмою Н1 Агрономія, підтверджую, що кваліфікаційну роботу на тему: «Генетичний потенціал сортів пшениці м’якої ярої за цінними господарськими ознаками в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ» виконано мною з дотриманням принципів і правил академічної доброчесності.

Підтверджую, що:

- роботу виконано особисто на основі власних розробок і суджень;
- у роботі належним чином зазначено авторство та джерела використаних текстів, ідей, даних, зображень та інших матеріалів;
- наведені результати дослідження, дані та висновки є достовірними;
- робота не містить свідомо сфабрикованої чи сфальсифікованої інформації.

ШІ при виконанні кваліфікаційної роботи не використовувався.

Я усвідомлюю відповідальність за зміст кваліфікаційної роботи та дотримання вимог академічної доброчесності під час її підготовки.

Дата: 13.11.2026

РЕФЕРАТ

Марченко Д.В. Генетичний потенціал сортів пшениці м’якої ярої за цінними господарськими ознаками в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ

Актуальність теми дослідження. Негативні агробіологічні чинники вирощування пшениці в Україні, спровоковані глобальними кліматичними трансформаціями, зумовлюють надзвичайно пріоритетне завдання – виведення новітніх генотипів із високим генетичним потенціалом продуктивності та адаптаційної здатності для забезпечення стабільних валових зборів зерна пшениці м’якої ярої.

Мета роботи: вивчити генотипову варіабельність головних структурних елементів продуктивності пшениці м’якої ярої, визначити стійкість генотипів колекції до основних збудників листкових хвороб.

Об’єкт дослідження: довжина, кількість колосків і кількість зерен у колосі, маса зерна колоса, маса 1000 зерен.

Предмет дослідження: оцінка рівня прояву та варіабельність ознак структурних елементів продуктивності пшениці м’якої ярої.

Методи дослідження: польові, лабораторні, статистичні.

Наукова новизна дослідження: визначено характер прояву елементів структури урожайності, та мінливість їх під впливом абіотичних та біотичних чинників довкілля, виділено високопродуктивні генотипи пшениці м’якої ярої: МІП Злата, Струна миронівська, Етюд, Улюблена і Деміра.

Практичне значення отриманих результатів: виявлено кращі генотипи, які вирізняються максимальним рівнем і стабільністю формування ознак як перспективний матеріал для селекції та цінні сорти для виробництва.

Кваліфікаційна робота магістра містить 59 сторінок, 7 таблиць, список використаних джерел із 71 найменування.

Ключові слова: пшениця м'яка яра, довжина колоса, кількість колосків і зерен у колосі, маса зерна колоса, маса 1000 зерен, висота рослин, стійкість хвороби.

ANNOTATION

Marchenko D.V. Genetic potential of spring soft wheat varieties regarding valuable agronomic traits of the experimental field of the Bila Tserkva National Agrarian University

Relevance of the research topic. Adverse agrobiological factors affecting wheat cultivation in Ukraine-driven by global climate change-have created a high-priority objective: the development of novel genotypes possessing high genetic potential for productivity and adaptability to ensure stable gross yields of spring bread wheat.

Objective: To study the genotypic variability of key structural elements of spring bread wheat productivity and to determine the resistance of genotypes to major foliar disease pathogens.

Object of research: Spike length, number of spikelets and grains per spike, grain mass per spike, and 1000-grain weight. Subject of research: Assessment of the expression levels and variability of traits related to the structural elements of spring bread wheat productivity.

Research methods: Field, laboratory, and statistical methods. Scientific novelty: The study determined the expression patterns and variability of yield structure elements under the influence of abiotic and biotic environmental factors and identified high-yielding spring bread wheat genotypes: MIP Zlata, Struna myronivska, Etiud, Uliublena, Demira.

Practical significance: Superior genotypes-distinguished by maximum levels and stability of trait formation-were identified as promising breeding material for subsequent stages of the breeding process.

The master's thesis comprises 59 pages and 7 tables, and includes a bibliography of 71 references.

Keywords: spring soft wheat, spike length, number of spikelets and grains per spike, grain mass per spike, 1000-grain weight, plant height, disease resistance.

ЗМІСТ

Вступ…… 7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ……...… 10
1.1. Варіабельність ознак продуктивності та генетичний потенціал сортів ярої пшениці ……..…….. 10
1.2. Резистентність сортів м'якої ярої пшениці до збудників листкових хвороб…….…….…….. 18
1.3. Селекція високоадаптивних генотипів ярої м'якої пшениці з високим генетичним потенціалом продуктивності ……. 26
РОЗДІЛ 2. ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ……..…….…… 31
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ……..….. 31
2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень…….…… 32
РОЗДІЛ 3. МЕТА, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ…… 34
3.1. Мета та завдання досліджень……. 34
3.2. Схема досліду та методики досліджень…… 35
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ …….……...…. 36
4.1. Продуктивність пшениці м'якої ярої …….…….….. 36
4.2. Стійкість пшениці м'якої ярої до хвороб листя……... …… 44
ВИСНОВКИ…….…... 48
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ ТА СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ……. 50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……. 51

ВСТУП

В Україні кліматичні умови загалом сприятливі для ведення аграрного виробництва, проте фактичні погодні показники за роками вирізняються значною мінливістю та часом набувають несприятливого характеру [1].

Дієвість атмосферних опадів знижується за підвищення температурних показників повітря, причому зростання останніх лише на 1 °С зумовлює для України обмеження зони достатнього зволоження в зону нестійкого й недостатнього зволоження. Упродовж кількох останніх років у Поліссі і Лісостепц фіксувався вкрай низький рівень опадів [2].

Агроекологічна оцінка тісно корелює з біологічними властивостями сільськогосподарських культур. Насамперед це стосується їхніх потреб щодо базових чинників – світла, температури, вологи, елементів живлення, а також ступеня їх реалізації у конкретних ґрунтово-кліматичних та екологічних умовах [3].

Завдяки адаптивній здатності рослин, яка формується у специфічних агроекосистемах у процесі селекції генотипів, упродовж останніх років вдалося суттєво покращити показники врожайності ярої пшениці. Зважаючи на посилені вимоги до якості зерна враховуючи глобальні зміни клімату, вирощування генотипів пшениці ярої за певними ознаками та стійкістю до абіотичних та біотичних чинників навколишнього природного середовища є надзвичайно актуальним [4].

У межах різноманітних агроекологічних зон України продуктивний потенціал культури демонструє нестабільність через недосконале врахування біологічних особливостей генотипів, онтогенезу рослин та агрокліматичних ресурсів регіону. У зв'язку з цим виникає гостра необхідність розробки та впровадження у виробництво генотипів із широким адаптивним потенціалом, здатних компенсувати коливання зовнішніх умов і гарантувати стабільну врожайність за нестабільних факторів довкілля [5].

Нині селекційні дослідження з пшеницею орієнтовані на поглиблення уявлень про механізми успадкування кількісних і якісних параметрів, резистентність до стресових чинників довкілля та застосування цих знань для формування вихідного матеріалу й виведення високопродуктивних генотипів, пристосованих до конкретних екологічних умов вирощування [4].

Негативні агробіологічні чинники вирощування пшениці в Україні, спровоковані глобальними кліматичними змінами, зумовлюють надзвичайно пріоритетне завдання – виведення новітніх генотипів із високим генетичним потенціалом продуктивності та адаптивної здатності для забезпечення стабільних валових зборів зерна. Постійне збільшення розриву між потенційними та реальними показниками врожайності, а також їхня щорічна варіабельність загострюють потребу в системному підході до реалізації продуктивного потенціалу культур [6].

Зростання врожайності пшениці впродовж останніх років досягнуто завдяки застосуванню передових агротехнологій та впровадженню у виробничу практику нових високопродуктивних генотипів. Дослідження прояву цих характеристик у колекційних зразках в умовах польового досліду забезпечує отримання цінних відомостей щодо їхньої адаптивності, а в гібридних популяціях створює передумови для ідентифікації перспективних генотипів [4].

Актуальність теми дослідження. Негативні агробіологічні чинники вирощування пшениці в Україні, спровоковані глобальними кліматичними трансформаціями, зумовлюють надзвичайно пріоритетне завдання – виведення новітніх генотипів із високим генетичним потенціалом продуктивності та адаптаційної здатності для забезпечення стабільних валових зборів зерна пшениці м’якої ярої.

Мета роботи: вивчити генотипову варіабельність головних структурних елементів продуктивності пшениці м’якої ярої, визначити стійкість генотипів колекції до основних збудників листкових хвороб.

Об’єкт дослідження: довжина, кількість колосків і кількість зерен у колосі, маса зерна колоса, маса 1000 зерен.

Предмет дослідження: оцінка рівня прояву та варіабельність ознак структурних елементів продуктивності пшениці м’якої ярої.

Методи дослідження: польові, лабораторні, статистичні.

Наукова новизна дослідження: визначено характер прояву елементів структури урожайності, та мінливість їх під впливом абіотичних та біотичних чинників довкілля, виділено високопродуктивні генотипи пшениці м’якої ярої: МІП Злата, Струна миронівська, Етюд, Улюблена і Деміра.

Практичне значення отриманих результатів: виявлено кращі генотипи, які вирізняються максимальним рівнем і стабільністю формування ознак як перспективний матеріал для селекції та цінні сорти для виробництва.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Варіабельність ознак продуктивності та генетичний потенціал сортів ярої пшениці.

Протягом останніх десятиліть за кліматичних змін та наявності сільськогосподарських підприємств з різними економічними можливостями загострилася проблема адаптивності й технологічності генотипів пшениці. Це передбачає досягнення максимально можливої продуктивності за погіршення вологозабезпеченості, зниження природної родючості ґрунтів та скорочення обсягів внесення мінеральних і органічних добрив у виробничій практиці. Збільшення виробництва зерна можливе лише за обов'язкового застосування інтенсивних технологій, що передбачають використання генотипів високоінтенсивного типу, які слід вивчати й впроваджувати у виробництві та обґрунтовано розширювати їхні площі [7].

Це стосується вітчизняних і закордонних селекційних досягнень, що активно інтегруються у виробництво. За інформацією Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, завдяки підвищенню ефективності використання генотипів щорічно додатково отримують понад 20 % сільськогосподарської продукції. Узагальнені аналітичні розрахунки вказують на те, що недобір зернової продукції в Україні з цієї причини щорічно перевищує 3,0–3,5 млн т. Генотип є відносно найдешевшим і доступним засобом зростання врожайності та поліпшення якості зерна, під час формування якого істотний вплив мають спадковість, ґрунтово-кліматичні та агротехнічні чинники [8].

Серед різноманітних комплексних чинників кліматичні фактори відіграють виняткову роль, оскільки прямо визначають усі процеси в екосистемі, умови та межі життєдіяльності організмів, їхнє географічне поширення, біологічну активність і репродукцію. Для клімату Лісостепової

зони притаманні порівняно м'яка зима та помірно вологе й тепле літо, що створює сприятливі передумови для отримання високих урожаїв зернових культур [9].

Температура навколишнього природного середовища впливає на всі фізіологічні процеси сільськогосподарських рослин: інтенсивність фотосинтетичної діяльності та дихання, поглинання вологи й елементів мінерального живлення, транспірацію, що безпосередньо відображається на параметрах формування врожайності. У свою чергу, атмосферні опади є життєво важливим кліматичним ресурсом, що формує запаси ґрунтової вологи, яка безпосередньо регулює ростові процеси та розвиток рослинного організму. Саме тому продуктивна волога, яка споживається рослинами впродовж вегетації, є ключовим індикатором і чинником підвищення продуктивності [10].

Запаси вологи в ґрунті обумовлюють своєчасність появи сходів і подальший розвиток рослин, що значним чином впливає на формування майбутнього врожаю. Під впливом метеорологічних умов конкретного року продуктивність генотипу зазнає значної варіабельності, причому в багатьох випадках ці коливання є навіть більшими порівняно з вирощуванням того ж генотипу впродовж одного вегетаційного періоду, але в різних агрокліматичних зонах [11].

Рівень урожайності обумовлений потенційними можливостями рослинного організму та ступенем їхньої реалізації у специфічних умовах культивування. Під дією абіотичних та біотичних факторів втрати несуть генотипи з високою продуктивністю, що порівняно з екстенсивними є більш чутливими до змін погодних умов. Серед усього спектру несприятливих гідрометеорологічних явищ найбільшої шкоди аграрному виробництву завдають тривалі інтенсивні посухи, що охоплюють великі площі. Зниження збору зерна у засушливі вегетаційні періоди сягає 40–60 % і більше [12].

Насіннєвий матеріал зернових культур у процесі проростання нерідко зазнає впливу підвищених температур. Зафіксовано випадки, коли температура поверхневого шару ґрунту під час проростання пшениці сягала +45 °С. Проростки надзвичайно чутливі до нагрівання, тому за температурних значень понад +20 °С та паралельному прискоренні темпів розвитку їхня маса знижується. Це призводить до зменшення кінцевої врожайності навіть за умови подальшого настання оптимальних факторів для її формування.

Залежність сумарної листової поверхні окремої рослини від температурного фактора в цілому опосередкована його впливом на розмір листків та тривалість їхнього функціонування. Натомість інші параметри, що визначають потенційну кількість зернівок, навпаки, тісно залежать від гідротермічного режиму і знижуються пропорційно скороченню тривалості періоду до цвітіння. Кількість пагонів і, відповідно, колосів на одну рослину, а також число колосків у колосі і квіток у колоску схильні до зниження у разі зростання температури вище +15 °С до початку цвітіння [13].

Наявна генотипова варіабельність реакції кількості колосків і квіток на дію підвищених температур. Окрім того, доведено існування чіткого зв'язку між урожайністю зернових культур та гідротермічним коефіцієнтом за травень, червень для південно-східних регіонів України. Також було досліджено вплив тривалості суховіїв на процес формування генеративних органів ярої пшениці [14].

Виявлено, що максимальне скорочення числа колосків у колосі спостерігається за умови, коли кількість днів із суховіями в міжфазному проміжку «третій лист - цвітіння» перевищує 16 діб, кількість опадів за цей час становить не більше 40 мм, а запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту на фазу виходу в трубу падають нижче 20 мм. Чисельність зернівок у колосі значною мірою детермінується факторами довкілля в періоди формування колосу, диференціації колоса та квіток, а також кількістю повноцінно сформованих і запліднених квіток [14].

Дефіцит вологи на початку фази виходу в трубу та впродовж наступних десяти днів супроводжується зростанням кількості стерильних квіток, а згодом - і колосків. Із настанням фази молочної стиглості завершується етап формування зернівки та розпочинається налив зерна, що триває до фази воскової стиглості. Несприятливі екологічні чинники в цей проміжок часу порушують накопичення сухої речовини та зумовлюють зменшення маси 1000 зерен. Масштаби втрат урожаю значною мірою визначаються зміною швидкості наливу зерна в умовах підвищених температур [14].

Під час росту зернівки збільшується швидкість наливу, проте це не компенсує зменшення тривалості наливу зерна. За підвищених температур цей період зменшується приблизно на три доби. Загалом ярі культури демонструють вищу жаростійкість порівняно з озимими (зокрема пшеницею), оскільки втрата маси зернівки у пшениці при підвищенні температури на 1 °С становить 4 % від максимального показника, що зумовлено відмінностями в чутливості до гідротермічних умов [14].

При цьому загальна тенденція є подібною для більшості культур: інтенсифікація процесів за підвищених температур не компенсує скорочення тривалості фази наливу зернівки. Зокрема, у пшениці тривалість цього періоду скорочується приблизно на три доби на кожний градус підвищення температури в діапазоні +16–26 °С. У разі подальшого зростання температурних показників характер реакції набуває асимптотичного спрямування: за підвищення середньодобової температури з денних +21 °С і нічних +16 °С до відповідних +30 °С та +25 °С період наливу зерна зменшується майже вдвічі [7].

Вплив посушливих умов у критичні міжфазні періоди по-різному позначається на зниженні рівня продуктивності пшениці. У разі виникнення посухи в інтервалі від сходів до кущіння втрати врожаю сягають 30 % від максимальних значень, від кущіння до колосіння 40 %, від колосіння до воскової стиглості 25 %, тоді як сумарно за період від сівби до колосіння вони

становлять 70 %, а від кущіння до воскової стиглості 60 %. Недостатнє вологозабезпечення спричиняє системні порушення фізіологічних процесів рослинного організму. Поглиблення ґрунтового дефіциту вологи супроводжується інтенсифікацією процесів дихання та пригніченням фотосинтетичної активності.

Водночас спостерігається гальмування ростових процесів і зменшення співвідношення маси надземних органів рослин до маси кореневої системи. Дослідники акцентують увагу на тому, що в Україні протягом останніх років активно здійснюються заходи з оцінювання реакції зернових культур на кліматичні трансформації та мінливість умов вирощування. Одним із лімітуючих чинників одержання високих урожаїв незмінно залишається достатній рівень забезпечення рослин продуктивною вологою через систему ґрунтового живлення [15,16].

Найбільш інтенсивний розвиток рослин спостерігається за умови оптимального забезпечення базовими чинниками життєзабезпечення та дотримання високого агротехнічного рівня виконання всіх заходів догляду. Надлишок атмосферних опадів на етапах формування і достигання зернівок зумовлює активізацію основних фітопатогенів та погіршення якісних показників зернової продукції. Натомість посушливі умови в період формування зерна спричинюють зменшення його розмірів і зниження натурної маси. Загалом обсяг опадів у травні та червні виступає найвагомішим чинником, що визначає рівень урожайності ярої пшениці [17].

Агроценози трансформують сонячну енергію, водні ресурси, вуглекислий газ та елементи мінерального живлення в різноманітну органічну речовину, зокрема вуглеводи, білки, крохмаль тощо. Проте кліматичні трансформації спричиняють зміни в доступності води, температурному режимі та концентрації вуглекислого газу в атмосфері, що безпосередньо позначається на ростових процесах і здатності рослин ефективно синтезувати білок, крохмаль та інші сполуки, які є критично важливими для забезпечення

продовольчих потреб людства. Зазначені ефекти мають надзвичайне значення насамперед для зернових культур, які виконують базову роль у глобальному продовольчому забезпеченні. Відтак, важливим аспектом є глибоке розуміння впливу клімату на продуктивність сільськогосподарських культур, окремі рослинні організми та фітоценози в системі агроекосистем.

Продуктивність агрокультур першочергово визначається поєднанням температурного режиму та рівня атмосферних опадів, оскільки температури мають відповідати фізіологічним потребам росту, а опади гарантувати належне вологозабезпечення в середовищі вирощування. Передбачається, що глобальні зміни клімату суттєво вплинуть як на регіональне, так і на загальносвітове виробництво продовольства через трансформацію базових агрокліматичних умов [18].

Тенденція потепління по всій Європі є чітко встановленою закономірністю. Водночас режими атмосферних опадів характеризуються вищою просторовою варіабельністю: середні показники зимових опадів збільшилися на більшій частині Атлантичного регіону та Північної Європи, проте зазнали незначних змін у Центральній Європі. Нині прогнозування врожайності сільськогосподарських культур у Європі в контексті глобальних кліматичних трансформацій майже повністю спирається на результати математичного моделювання продуктивності. Передбачається, що наслідки зміни клімату та зростання концентрації атмосферного діоксиду вуглецю до 2050 року зумовлять лише незначне зростання продуктивності агрокультур у Європі, проте підвищення середньої температури на 2 °C, найімовірніше, призведе до зменшення врожайності багатьох культур. Окремі кліматичні прогнози на 2050 рік передбачають перевищення цього двоградусного порогу. Дослідники наголошують на неможливості створення універсальних генотипів, придатних для культивування в усіх зонах, екологічних нішах та виробничих умовах [9,19].

Погодні умови Лісостепової зони України безпосередньо визначають формування рівня продуктивності пшениці. Протягом останнього десятиліття вони вирізнялися помітним підвищенням середньодобових температур у перед посівний період та на початкових етапах онтогенезу культури, а також скороченням обсягів продуктивних опадів у порівнянні з багаторічними нормами. Агроекологічні умови, в яких здійснюється селекція генотипів м'якої ярої пшениці, суттєво впливає на їхнє подальше успішне культивування у специфічних еколого-географічних умовах. Запорукою одержання високих урожаїв є сприятливі метеорологічні чинники, що формуються впродовж вегетаційного циклу [20].

Динаміка формування врожаю (залежно від основних складових їх елементів) перебуває в закономірній відповідності між стадіями органогенезу та фенологічними фазами росту. У процесі життєдіяльності рослинні організми відчувають постійний вплив екологічних факторів навколишнього середовища, серед яких ключову роль відіграють температурний і водний режими [21].

Між погодними умовами конкретних років та тривалістю вегетації існує тісний кореляційний зв'язок (r=0,99). Відтак, аналіз метеорологічних чинників і оцінювання їхнього впливу на ростові процеси, розвиток рослин та продуктивність має як теоретичне, так і практичне значення. За умов достатнього вологозабезпечення пріоритетного значення набуває залежність тривалості міжфазних проміжків і вегетації загалом від строків сівби та системи мінерального живлення [22].

Продуктивність генотипу на всіх етапах його селекційного створення зберігає статус базової господарської ознаки. Прогнозування майбутніх наслідків кліматичних трансформацій на продуктивність аграрного сектору перебуває у фокусі численних досліджень. Проведені наукові дослідження з моделювання наслідків майбутніх змін клімату засвідчили, що стабільне

підвищення температурного режиму зумовлюватиме зниження врожайності пшениці на 6 % [23,24].

Зростання концентрації вуглекислого газу в атмосфері здатне підвищити рівень продуктивності пшениці, проте позитивні ефекти найчастіше нівелюються негативним впливом підвищених температур та дефіцитом опадів. Регіон Великих рівнин у США є одним із найбільших ареалів вирощування пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.). Дослідження багаторічних даних щодо врожайності в цьому регіоні дає змогу проаналізувати динаміку виробництва у зв'язку з кліматичними тенденціями та визначити наслідки глобальних змін клімату для продуктивності зернових культур [25].

Одним із перспективних підходів до оцінювання реакції культури на зміну умов довкілля є аналіз розриву між потенційною та фактичною врожайністю. Оцінка масштабів недобору врожаю широко застосовується для характеристики глобальної продуктивності агроценозів. Прогнозовані кліматичні зміни, що супроводжуватимуться підвищенням температурних показників та зростанням варіабельності опадів, суттєво впливатимуть на продуктивність сільськогосподарських культур [26,27].

Збереження ґрунтового ресурсу задля підтримки оптимальних запасів доступної ґрунтової вологи матиме вирішальне значення для мінімізації негативних наслідків таких змін. Дослідниками розроблено спеціальну методологію оцінки природних умов аграрного виробництва, яка ґрунтується на чотирьох діагностичних критеріях, що описують стан агроекосистем: ґрунтові характеристики, особливості рельєфу, а також кліматичні та водні показники ґрунту [28].

Під час вирощування пшениці в різноманітних ґрунтово-кліматичних і виробничих умовах абсолютні параметри врожайності та інші агрономічно цінні характеристики у різних генотипів закономірно змінюються, проте специфічні спадкові особливості формування продуктивності зберігаються за кожним генотипом [29].

Проблема залежності біологічної продуктивності агроекосистем від сукупного впливу метеорологічних чинників залишається надзвичайно актуальною та потребує подальшого глибокого вивчення.

1.2. Резистентність сортів м'якої ярої пшениці до збудників листкових хвороб.

У сучасному виробництві зерна проблема захисту посівів від фітопатогенів зберігає свою незмінну актуальність. Зростаючі вимоги світового ринку до екологічної безпеки сільськогосподарської продукції стимулюють тенденцію до мінімізації використання хімічних засобів захисту рослин. Екологічно збалансованою альтернативою пестицидам є впровадження стійких генотипів, що дає змогу суттєво скоротити обсяги застосування хімічних препаратів, потенційно небезпечних для людини, тварин та довкілля [30].

Трансформація погодно-кліматичних умов у поєднанні з недотриманням науково обґрунтованих систем землеробства зумовила погіршення фітосанітарного стану агроценозів. Скорочення частки зернових культур у сівозмінах, вирощування пшениці після споріднених попередників (ячмінь, пшениця, жито, кукурудза), використання некондиційного насіннєвого матеріалу, а також порушення оптимальних строків сівби й технологій обробітку ґрунту створюють сприятливі передумови для інтенсивного розвитку кореневих гнилей, септоріозу, борошнистої роси, сажкових хвороб, фузаріозу колоса та інших патологій [31].

Ураження рослин хворобами виступає одним із ключових факторів, що знижують стабільність виробництва зерна. Найвищу шкодочинність у структурі фітопатогенного комплексу демонструють такі листкові хвороби, як бура листкова іржа (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* - *P. recondita*), борошниста роса (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. Marchal - *E. graminis*) та септоріоз листя (*Septoria tritici* Rob. et Desm. - *S. tritici*) [32].

У більшості агрокліматичних зон України хвороби ярої пшениці суттєво знижують продуктивність та погіршують якісні показники зернової продукції. Шкодочинна дія *Puccinia recondita* полягає в скороченні асиміляційної поверхні листка, інтенсифікації транспірації та дихання, порушенні водного гомеостазу та значному відтоку пластичних речовин. Уражені рослини виснажуються, втрачають стійкість до посухи, їхні листки передчасно припиняють фотосинтетичну діяльність і відмирають. Це зумовлює формування в колосі щуплого та низької якості зерна. Недобір урожаю від ураження бурою іржею може сягати 30 % [33].

В Ефіопії одержанню високих урожаїв пшениці перешкоджають грибні, бактеріальні та вірусні інфекції. Найбільших збитків агроценозам завдають іржасті хвороби, чия шкодочинність суттєво перевищує негативний вплив усіх інших патогенів. Серед трьох видів іржі найширшого поширення набула бура листкова іржа, проте за рівнем впливу стеблова та жовта іржі перевершують її вдвічі. У деяких агроекологічних регіонах країни зниження продуктивності генотипів сягає 75 % [34].

Передчасне припинення формування зерна пшениці тісно пов'язане з ураженням *P. recondita*, яка в окремі роки завдає значної шкоди. Окрім зменшення площі асиміляційного апарату й інтенсифікації випаровування води, патоген вилучає з листки поживні речовини для забезпечення власного розвитку та водночас виділяє в рослинні тканини токсичні продукти метаболізму [35]. Основними ареалами масового поширення цього захворювання є Європа, Центральна та Південна Азія, а також Північна і Південна Америка. У більшості випадків успадкування резистентності пшениці до *P. recondita* підтверджено класичну концепцію взаємодії «ген на ген» [36].

На цей час ідентифіковано понад 90 генів резистентності, для деяких із них описано різні алельні варіанти, а також виявлено супресори генів стійкості та локуси кількісних ознак [37]. Це свідчить про те, що стійкість може

успадковуватися як якісна чи кількісна ознака. Застосування расоспецифічної стійкості вирізняється вищою ефективністю в захисті агроценозів, проте супроводжується значними селекційними витратами. Натомість неспецифічна резистентність демонструє меншу ефективність, але вирізняється тривалістю збереження захисної дії, через що частіше використовується в країнах, що розвиваються. Частота популяцій ізолятів, вірулентних до певного гена специфічної резистентності, може всього за кілька років зрости з менш ніж 5 % до понад 60 % [38].

Після втрати ефективності окремих генів і вилучення з виробництва сортів-носіїв деякі пов'язані з ними гени вірулентності швидко зникають з популяції патогена, тоді як інші зберігаються тривалий час. Більшість генів зумовлюють у рослинного організму реакцію надчутливості та є расоспецифічними, проте дія генів *Lr34* та *Lr46* не залежить від рас мікроміцету і проявляється у зменшенні кількості та розмірів уредопустул. Функціонування гена *Lr34* асоціюється з кодуванням транспортного білка, що забезпечує перенесення молекул через мембранні структури [39].

Зазначений ген виявився широко поширеним і серед вітчизняних генотипів пшениці. Окрім того, неалельний до *Lr* ген неспецифічної стійкості було ідентифіковано в індійського сортозразоку PBW65. Експресія різноманітних генів резистентності тісно залежить від фази онтогенезу рослин: окремі генотипи можуть демонструвати стійкість у дорослому стані, залишаючись сприйнятливими до більшості рас у фазі сходів [40,41].

Водночас зафіксовано суттєву позитивну кореляцію між польовою резистентністю дорослих рослин та показниками стійкості у фазі сходів у лабораторних умовах. Прояв дії окремих генів значною мірою детермінується температурним режимом середовища. На основі вивчення набору майже ізогенних за гліадиновими алелями ліній було встановлено зв'язок стійкості до окремих рас патогена з наявністю конкретних алельних варіантів; зокрема,

носій блоку *Gli-1B9* виявив резистентність до рас 1, 149, 184, 77/1 та 77/36 [42,43].

Erysiphe graminis є поширеним захворюванням умов вологого клімату, проте ареал його поширення неухильно зростає внаслідок інтенсифікації зрошення, застосування високих норм азотних добрив та використання генетично однорідних сучасних генотипів. Збудником хвороби є вузькоспеціалізований паразит *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Marchal), життєвий цикл якого передбачає як статеву, так і вегетативну стадії розвитку [44].

Інфікування рослин може відбуватися в досить широкому діапазоні температурних показників і вологості повітря. Саме тому в агрокліматичних умовах України ураження посівів пшениці борошнистою росою фіксується практично щорічно. Зовнішні симптоми проявляються на листкових пластинках, стеблах, листкових піхвах, а подекуди й на колоссі у вигляді світлого павутинистого нальоту, який згодом формує подушечки спочатку білого, а згодом - жовтувато-сірого кольору. З часом на старих подушечках утворюються дрібні чорні крапки (клейстотеції плодові тіла сумчастої стадії). Наліт поширюється знизу вгору: від нижніх ярусів рослин до верхніх, а за інтенсивного розвитку охоплює основну частину стебла та переходить на колосся. Найбільш активно патоген розвивається в нижніх ярусах травостою, де спостерігаються підвищена вологість і дефіцит сонячного світла [45].

Зараження рослин можливе в температурному інтервалі від +3 до +30°С, тоді як оптимальними умовами для його реалізації є температура +15–20 °С і підвищена відносна вологість повітря. За інтенсивного ураження *E. graminis* різко знижується загальна кущистість рослин, пригнічується розвиток кореневої системи, руйнується хлорофіл, затримуються строки настання фази колосіння, проте прискорюється процес достигання. Недобор зернової продуктивності від захворювання може становити в межах 5–25 % залежно від ступеня ураження посівів [46].

Для культури пшениці ідентифіковано як расоспецифічну, так і неспецифічну резистентність до збудника борошнистої роси. На сьогодні науці відомі гени стійкості до борошнистої роси від *Pm1* до *Pm53*; для багатьох із них описано специфічні алельні варіанти, а понад 20 локусів мають тимчасові позначення. Водночас ефективність більшості з цих генів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах України залишається вивченою недостатньо. У селекційній практиці Польщі широкого застосування набули гени *Pm2* + *Pm6* [47].

Селекційна робота на стійкість до *E. graminis* інтенсивно ведеться в європейських країнах, а також у північних і східних регіонах США. Водночас не варто очікувати високого рівня резистентності від зразків походженням із Мексики, де це захворювання практично не поширене, або з центральних і південних штатів США. Зокрема, у штаті Канзас, який є головним виробником пшениці в країні, борошниста роса посідає лише десяте місце за рівнем шкодочинності серед інших хвороб пшениці [48]. Очевидно, що для успішного проведення селекційного процесу на стійкість до цього патогена до вихідного матеріалу необхідно постійно залучати нові джерела високоефективних генів.

Septoria tritici є широко поширеним захворюванням пшениці, що інтенсивно розвивається в умовах частих опадів і помірних температур повітря, виступаючи водночас найчастішим патогеном в агроекосистемах зон Лісостепу та Полісся України. Поширення збудника здійснюється пікноспорами (переважно шляхом крапельного перенесення дощовою водою на короткі дистанції) та аскоспорами, які транспортуються повітряними потоками на значні відстані. Кількість аскоспор зазвичай менша, а їхня дисемінація лімітується низькою відносною вологістю та високими температурними показниками повітря [49].

Первинні симптоми ураження можуть спостерігатися вже на фазі сходів у формі дрібних жовтуватих або сіро-зелених плям. На старіючих листках плями набувають світлого забарвлення з розмитими контурами,

супроводжуються темною облямівкою або формуються без неї, залишаючись на початкових етапах малопомітними на загальному тлі рослини. Згодом центральна частина плям висвітлюється, і на ній чітко виявляються дрібні темні крапки - пікніди, що містять конідіальні спори гриба.

Масовий розвиток септоріозних плямистостей фіксується за умов високої вологості повітря, рясних рос та частих опадів, особливо в міжфазний проміжок «колосіння - цвітіння», за слабких вітрів і відносно високих температур повітря (оптимально +20...+25 °С). Сприятливими чинниками для інтенсифікації розвитку хвороби також є запізнілі строки сівби, внесення виключно азотних добрив та надмірна розрідженість агроценозу. Унаслідок ураження *S. tritici* відбувається скорочення асиміляційної поверхні листкового апарату, порушується нормальний перебіг фізіолого-біохімічних процесів у рослинному організмі, знижується маса зерна, а також погіршуються його технологічні показники та посівні властивості [44].

Збудники септоріозних плямистостей раніше класифікувалися як другорядні патогени, проте протягом останніх десятиліть глобальне потепління, трансформація технологій обробітку ґрунту (зокрема розширення площ із мінімальним чи поверхневим обробітком) та насичення сівозмін зерновими культурами зумовили їхнє щорічне накопичення, розповсюдження і зростання шкідливості [44].

У посушливих регіонах недобір урожаю зернових культур переважно пов'язаний із розвитком таких хвороб, як іржа, тверда і летюча сажки, кореневі гнилі тощо. Натомість у районах із помірним кліматом і надлишковим зволоженням домінують фузаріози, снігова пліснява, борошниста роса та інші хвороби. Збитки врожаю ярої пшениці від *E. graminis* у середньому становлять 10-15 %, тоді як у Великій Британії цей показник досягає 20 %, а у США - 25 %. В агрокліматичних умовах України за інтенсивного розвитку захворювання та ураження прапорцевого листка недобір зерна може сягати 5–25 % [50].

Головними екологічними чинниками, що визначають появу і поширення хвороб, виступають тепло- та вологозабезпеченість. Ці фактори діють у тісному синергізмі, і зміна одного з них суттєво впливає на реакцію патогена щодо іншого. Додаткові чинники (інтенсивність світлового потоку, швидкість вітру, атмосферний тиск тощо) здебільшого лише корегують дію основних параметрів і лише в окремі критичні періоди розвитку патогена можуть відігравати самостійну роль [51].

Одним із найвагоміших чинників виникнення та поширення інфекцій є температура повітря. Її вплив на агресивність патогенів найяскравіше проявляється в момент зараження рослин, а саме під час проростання спор. Проростання спор паразитичних мікозів можливе в діапазоні температур від 0 до +5 °С, причому окремі види характеризуються суворо лімітованими температурними межами. Зокрема, нижня межа проростання спор іржистих грибів становить +1...+2 °С. Температурний режим середовища регулює швидкість і тривалість проростання спор, а також впливає на темпи розвитку хвороби та сприйнятливість рослинного організму. З підвищенням температури стійкість пшениці до жовтої іржі зазвичай посилюється. Водночас ураженню бурою іржею найчастіше зазнають рослини, які перенесли дію знижених температур. Натомість резистентність пшениці до зараження жовтою іржею зростає при зниженні температури до +15 °С і нижче, а зменшується при її підвищенні до +20...+22 °С [52].

Інтенсивність ураження рослин патогеном безпосередньо залежить від фази їхнього онтогенезу. У разі збігу моменту інфікування з фазою розвитку, сприятливою для поширення хвороби, ураження посівів відбувається значно швидше. Температурний режим довкілля визначає рівень активності патогена та тривалість його впливу. Для більшості видів грибів спороутворення стає можливим лише за умов оптимальної вологості середовища, наявності крапельної вологи та високої відносної вологості повітря.

На всіх етапах розвитку мікозів значний вплив справляє зволоження, яке оцінюється за гідротермічним коефіцієнтом. Загалом ступінь вологозабезпеченості визначає збереження життєздатності патогенів. Умови зволоження впливають на темпи розвитку як самих мікроорганізмів, так і інфікованих рослин, тим самим регулюючи тривалість збігу їхніх критичних періодів. Вирішальне значення вологість має лише впродовж відносно короткого часового проміжку від початку проростання спор до проникнення патогена в рослинні тканини. Для більшості фітопатогенних грибів зараження стає можливим виключно за умов високого гідротермічного коефіцієнта [44].

За умов недостатнього вологозабезпечення процес інфікування та накопичення інфекційного початку повністю припиняється або суттєво сповільнюється; при цьому критично важливим є як зволоження повітря, так і стан вологості ґрунту. Значну роль відіграє тривалість перебування вологи на поверхні рослин у крапельному стані. Після проникнення патогена в тканини рослини рівень вологості тимчасово втрачає своє визначальне значення для подальшого розвитку хвороби. Проте потреба у вологозабезпеченні знову зростає на етапі завершення інкубаційного періоду, який супроводжується активним спороношенням.

Отже, виникає нагальна потреба в ширшому впровадженні у виробництво стійких до патогенів генотипів. Сучасні сорти інтенсивного типу вирізняються високою продуктивністю та якістю зерна, проте часто не виявляють стабільної польової резистентності до хвороб. Це зумовлює накопичення інфекційного початку в агроценозах, а за тривалого монокультивування або незмінного використання одного сорту призводить до зміни расового складу популяції патогена та зростання його вірулентності, унаслідок чого генотип втрачає первинну стійкість. З огляду на це, окрім створення генотипів із комплексною резистентністю, необхідно постійно моніторити стан популяцій шкідливих організмів і своєчасно оновлювати сортовий склад. Селекційний процес на стійкість до біотичних чинників має

здійснюватися безперервно, а строки експлуатації стійких генотипів та супутні елементи технології їх вирощування потребують глибокого наукового обґрунтування.

1.3. Селекція високоадаптивних генотипів ярої м'якої пшениці з високим генетичним потенціалом продуктивності.

В умовах глобальної зміни клімату вагомого значення для нарощування врожайності та валових зборів зерна пшениці набуває впровадження й ефективне використання нових генотипів. У сучасному землеробстві генотип виступає як самостійний та надійний чинник підвищення продуктивності й стабілізації валового виробництва зернової продукції [53].

Проблема адаптації незмінно посідає ключове місце в еволюційній теорії, селекційній практиці та загалом у сільськогосподарському виробництві. Прогнозованим результатом досліджень у межах другої «зеленої революції» мають стати новітні генотипи рослин, стійкі до комплексу біотичних і абіотичних стресорів (хвороб, шкідників, посухи), вирощування яких стане можливим за мінімального використання добрив і пестицидів. При цьому саме адаптивні властивості генотипу забезпечуватимуть стабільність зернового виробництва, особливо в екстремальні за погодними умовами роки [54].

Реалізувати генетичний потенціал рослин можливо виключно в несприятливих умовах середовища, до яких вони адаптовані. Через це дедалі більшої актуальності набувають розробки з ідентифікації та створення адаптивних генотипів, що вирізняються стабільністю основних компонентів продуктивності й високою якістю зерна. У забезпеченні стабільно високих урожаїв пшениці вирішальну роль відіграють саме адаптивні властивості та резистентність генотипів до ключових стрес-факторів довкілля. На сучасному етапі розвитку агровиробництва культивування високоврожайних та високоякісних генотипів постає головним і економічно найвигіднішим

інструментом нарощування обсягів і поліпшення якості зернової продукції [55].

Як відомо, з практичної точки зору особливу цінність становлять генотипи, які в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах здатні суттєво перевершувати за продуктивністю та життєздатністю найкращі районовані аналоги за мінімальних витрат на виробництво насіннєвого матеріалу [56].

Дієвим шляхом запобігання втратам урожаю від негативного впливу чинників довкілля є цілеспрямоване створення та впровадження у виробництво нових високоадаптивних генотипів, здатних формувати стабільно високі врожаї [56].

Селекція високоадаптивних сортів універсального призначення з високим генетичним потенціалом продуктивності, позитивним відгуком на вдосконалені агротехнології та здатністю зберігати високий рівень урожайності в екстремальних умовах є надзвичайно актуальним завданням сьогодення, що потребує глибокого наукового аналізу.

Адаптаційні реакції рослин зумовлені специфічною дією екологічних чинників, яка визначається їхнім характером, інтенсивністю та тривалістю впливу, а також біологічними особливостями виду та його функціональним станом. У разі відхилення умов довкілля від оптимальних параметрів на різних етапах онтогенезу в агроценозах активізується процес саморегуляції продукційного процесу як на рівні окремих рослин, так і цілого посіву, що зовні проявляється у гальмуванні ростових процесів та редукції окремих елементів структури врожаю [57].

Зазвичай спостерігається часткова компенсація дефіциту одних елементів структури врожаю збільшенням інших. Наприклад, знижена густота продуктивного стеблостою зернових культур за сприятливих умов може компенсуватися підвищеною кущистістю рослин, озерненістю колоса й виконаністю зерна, а недостатня озерненість масою та якістю зернівок тощо.

Причому такі процеси є розтягнутими в часі вегетаційного періоду, що істотно посилює адаптивний потенціал рослинного організму.

Нині загальноприйняті технології вирощування пшениці м'якої ярої ще недостатньо повно враховують їхню природну адаптивність, тобто здатність рослин і агроценозів пристосовуватися до складних умов вирощування. Елементи цих технологій здебільшого розраховані на середні багаторічні показники погодних умов регіону та не передбачають їхньої динамічної мінливості [58].

Унаслідок цього вони не забезпечують достатньої ефективності як комплексний захід підвищення стійкості агроценозів, їхнього захисту від несприятливих абіотичних і біотичних чинників, а також стабільного одержання високих урожаїв і якісного зерна. Ба більше, це призводить до нераціональних фінансових витрат і подекуди чинить негативний вплив на довкілля, що зумовлює нагальну потребу в їх удосконаленні [59].

Основні параметри довкілля залежать від конкретної зони досліджень, проте зазнають значних коливань під впливом гідротермічних умов вегетаційного періоду та підбору досліджуваних сортів. Здатність середовища зумовлювати мінливість генотипів є його власним функціональним проявом і практично не залежить від генотипу чи року випробувань [60].

Оцінювання екологічної адаптивності генотипів здійснюється на основі аналізу продуктивності зерна в контрастні за погодними умовами роки або під час їх випробування в різних агроекологічних зонах із застосуванням методів лінійної чи нелінійної регресії компонентів генотип-середовищних взаємодій. Селекція на адаптивність виступає одним із пріоритетних напрямів сучасної аграрної науки, якій приділяється пильна увага в селекційних програмах провідних наукових центрів світу [61].

Гарантувати підвищення та стабільність урожайності й якості зернової продукції в часі та просторі можливо шляхом створення й впровадження у виробництво нових генотипів, що поєднують максимальну продуктивність із

високим рівнем гомеостазу. Найбільшу цінність становлять генотипи, які характеризуються високими середніми показниками врожайності зерна за мінімальної варіабельності залежно від умов вирощування [62].

Водночас, зважаючи на тенденцію до звуження ареалів поширення окремих генотипів та скорочення циклів їх ротації, виникає потреба у створенні вузькоспеціалізованих сортів, здатних забезпечувати максимальну реалізацію врожайного потенціалу. Відтак, надзвичайно актуальним залишається завдання селекції високопродуктивних та екологічно пластичних генотипів із потужним адаптивним потенціалом і комплексною стійкістю до стресових факторів, а також удосконалення методик їх оцінювання. Нині найпоширенішим способом комплексної оцінки пластичності є аналіз зернової продуктивності генотипів і ліній за контрастних гідротермічних умов вегетаційних років або в результаті еколого-географічного випробування в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Просторові та часові відмінності агроекологічного середовища в період проведення досліджень створюють необхідні передумови для об'єктивного визначення адаптивного потенціалу та сортової варіабельності пшениці [63].

Існує кілька методів оцінювання пластичності та стабільності генотипів, що передбачають фіксацію кількісних показників мінімум на двох контрастних фонах. Для повнішого охоплення спектра агрокліматичних умов майбутнього ареалу вирощування доцільно моделювати різні метеорологічні умови в межах однієї агроекологічної зони шляхом застосування різних строків сівби з інтервалом у 10 діб. Більшість дослідників зазначає, що рослини зі схожими біологічними характеристиками можуть суттєво відрізнятися за вимогами до факторів довкілля, тобто за своїми екологічними особливостями [64].

Оскільки адаптивний потенціал певного генотипу детермінований генетично, його виявлення можливе виключно на основі експериментальних досліджень та апробації нових селекційних зразків у широкому діапазоні

різноманітних умов вирощування. Відповідно до екологічного принципу оцінювання, на основі таких досліджень здійснюють добір найцінніших генотипів для конкретних ґрунтово-кліматичних зон, підзон та регіонів. Зростання врожайності залишається головним критерієм ефективності вирощування пшениці м’якої ярої. Протягом останніх десятиліть збільшення валових зборів зерна у світовому масштабі забезпечувалося як завдяки вдосконаленню агротехнологій, так і внаслідок створення нових високопродуктивних генотипів [65].

Згідно з науковими прогнозами, у період 2020–2030 років весь приріст продукції рослинництва досягатиметься переважно за рахунок селекційних досягнень та ефективного використання рослинних генетичних ресурсів. Утім, відомо, що потенціал нових генотипів навіть за оптимального забезпечення реалізується лише на 30–60 %, що безпосередньо пов'язано з проблемою адаптивності. Культивування високопродуктивних сортів пшениці з урахуванням їхніх адаптивних властивостей за умов раціонального зонального землеробства дає змогу підвищити врожайність зерна на 10–50 % [66,67].

Отже, визначення екологічної адаптивності генотипів ярої м’якої пшениці різного еколого-географічного походження в умовах Лісостепу і Полісся України, а також виявлення ключових ознак для оцінювання їхнього адаптивного потенціалу є важливим і актуальним науково-практичним завданням.

РОЗДІЛ 2
ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Грунтово - кліматичні умови.

Робота виконувалася впродовж 2025-2026 рр. у польових умовах НВЦ БНАУ який розташований в зоні Лісостепу. Грунт – чорнозем типовий. Гумусовий горизонт – 38-42 см. Карбонатний шар залягає на глибині 45-65 см. Порівняно легкий механічний склад сприяє доброму обробіткові, водопроникності, гарному повітряному і тепловому режимам. Проте грунт сприйнятливий до запливання, особливо в період сильних дощів, з утворенням поверхневої кірки. В орному шарі грунту міститься 3,56-4,18 % гумусу, загального азоту 0,27%, рухомого фосфору (за Труогом) 12,8-18,9 мг і обмінного калію (за Масловою) 9,5-12,7 мг на 100 г грунту. Гідролітична кислотність 1,37-1,71.

Наведені дані агрохімічної характеристики грунту дослідних ділянок свідчать, що грунт багатий на елементи мінерального живлення, має слабокислу, близьку до нейтральної реакцію грунтового розчину і сприятливий для вирощування озимої пшениці.

Клімат помірно-континентальний. Середньорічна температура повітря складає 7,6ºС, проте в окремі роки спостерігаються значні відхилення. Найтепліший місяць року – липень, найхолодніший – січень. Середня багаторічна температура в липні +20,1ºС, в січні – 6,1ºС.

Перехід середньої добової температури повітря нижче 5 ºС встановлюється в період з кінця жовтня – початку листопада, коли закінчується вегетація озимої пшениці. Відновлення вегетації озимої пшениці проходить в кінці березня на початку квітня.

Забезпеченість вологою нестійка. В окремі роки зволоження коливається від явно недостатнього до надлишкового. За багаторічними даними за рік

випадає приблизно 566 мм опадів. Більша частина опадів випадає в теплий період року – квітень-вересень – 60-70%.

Агрокліматичні умови сприятливі для вирощування озимої пшениці. Теплозабезпеченість території добра, вологозабезпеченість за вегетаційний період достатня, тому даний район вважається помірно зволоженим. Перехід від одного сезону до іншого здебільшого проходить поступово.

Загалом кліматичні умови сприятливі для вирощування озимої пшениці, але в окремі роки трапляються значні відхилення від середніх багаторічних показників. Це, перш за все, стосується динаміки температури, загальної суми опадів і їхнього розподілу в часі, що значно впливає на ріст і розвиток пшениці, ступінь ураження її хворобами, а отже й на врожай та якість продукції.

2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень.

Впродовж проведення досліджень 2025-2026 рр. погодно-кліматичні умови вегетаційних періодів вирощування ярої пшениці відрізнялися один від одного за роками і в межах року від середньо багаторічних показників за температурним режимом, кількістю атмосферних опадів та їх розподілом в окремі місяці.

Метеорологічні умови 2025 року.

Метеорологічні умови весняно-літнього періоду 2025 р. загалом сприяли ростовим процесам та оптимізації закладання елементів продуктивності. Короткочасні приморозки (зниження температури до −3…−5 °С) не завдали суттєвого пошкодження фітоценозу. За період з 1 січня по 20 червня випало 159,3 мм опадів за норми 199,0 мм (зокрема 87,9 мм − у квітні та 24,9 мм − у першій половині травня). Середньомісячна температура повітря становила: у березні − 7,0 °С (за норми 2,3 °С), квітні − 9,3 °С (норма 10,0 °С), травні − 16,3 °С (норма 16,0 °С) та червні − 22,0 °С (норма 19,9 °С).

Метеорологічні умови 2026 року.

Гідротермічні умови весняного періоду сприяли проходженню основних етапів органогенезу. Сума опадів за березень, квітень і травень становила відповідно 7,3 мм, 56,0 мм та 72,8 мм, що майже в півтора рази перевищило середньобагаторічну норму. Середньомісячна температура повітря у березні становила 5,9 °С, квітні – 10,5 °С та травні – 18,0 °С (відхилення від норми +3,4 °С, +0,5 °С та +2,0 °С відповідно). Оптимальне вологозабезпечення та температурний режим сприяли росту і розвитку рослин. Водночас випадання опадів здебільшого мало зливовий характер і супроводжувалося шквалистим вітром та градом, що призвело до вилягання стеблостою та зниження його продуктивності.

У червні спостерігався суховійний режим із максимальними температурами повітря до +36…+38 °С, що викликало запал зерна та прискорило його дозрівання. Залежно від генотипових особливостей сорту, настання фази повної стиглості зафіксовано 15–18 червня (на 7–9 днів раніше звичайних строків), що негативно позначилося на кінцевій врожайності.

РОЗДІЛ 3
МЕТА, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Мета та завдання досліджень

Мета роботи: вивчити генотипову варіабельність головних структурних елементів продуктивності пшениці м'якої ярої, визначити стійкість генотипів колекції до основних збудників листкових хвороб.

Завдання досліджень:

- опрацювати необхідну кількість літературних джерел за темою роботи;
- провести дослідження з вивчення мінливості ознак головного колоса: довжина, кількість колосків і кількість зерен у колосі, маса зерна колоса, маса 1000 зерен;
- визначити висоту рослин та стійкість до вилягання;
- визначити стійкість генотипів пшениці м'якої ярої до основних збудників листкових хвороб;
- виявити кращі генотипи, які б вирізнялися максимальним рівнем і стабільністю формування ознак як перспективний селекційний матеріал для наступних етапів селекції.

3.2. Схема досліду та методики досліджень.

Згідно схеми досліду проводили сівбу 14 генотипів колекції пшениці м'якої ярої: Божена, Струна миронівська, Героїня, МІП Злата, Панянка, Етюд, Сюїта, Барвиста, МІП Світлана, Улюблена, Танок, Колос Поліський і Деміра та сорт Елегія миронівська використовували за стандарт. Досліджуваний матеріал висівали вручну в чотирьохкратній повторності з площею ділянки 1 $м^2$. Сорт-стандарт висівали через кожні 15 ділянок.

Агротехніка в колекційному розсаднику – загальноприйнята для зони Лісостепу. Насіння не протруювали. Перед збиранням урожаю з кожної ділянки брали 25 рослин та в лабораторних умовах проводили структурний

аналіз. Збирання проводилося вручну. У дослідах відмічали основні дати: сівбу, вихід в трубку, колосіння, цвітіння, дозрівання, розвиток збудників хвороб згідно загально прийнятих методик [68-70].

Здійснено структурний аналіз генотипів пшениці м'якої ярої за ключовими параметрами продуктивності головного колоса, зокрема: його довжиною, кількістю колосків і зерен у колосі, масою зерна з колоса та масою 1000 зерен.

Розвиток хвороб на пшениці м'якій ярій визначали за формулою [69]:

$$P = \frac{\sum a \cdot b}{n} \cdot 100, \quad (1)$$

де:
P – розвиток хвороб, %
∑ – знак суми,
a – кількість рослин з певним балом ураження,
b – певний бал ураження
n – кількість рослин в обліку

Статистична обробка отриманих результатів проведена згідно методики польового досліду [71].

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Продуктивність пшениці м’якої ярої.

Щоб ідентифікувати генотипи з високою рівнем продуктивності за умов стресу, дослідження вихідних форм та подальший моніторинг селекційного матеріалу необхідно проводити як за сприятливих, так і за несприятливих умов довкілля. Такий підхід дає можливість виявити не лише найбільш стресостійкі зразки, а й виділити екологічно пластичні генотипи, спроможні підтримувати економічно вигідний рівень урожайності та якість урожаю у мінливому середовищі. З поміж абіотичних факторів ключовий акцент зроблено на аналізі температурного режиму (температурне забезпечення вегетації, ранньовесняні заморозки, дія екстремально високих температур, динаміка температурних коливань), а також чинника зволоження (обсяг опадів, відносна вологість повітря, посушливі періоди). Серед біотичних факторів аналізували рівень впливу мікогенного навантаження (ураження грибними хворобами).

Важливим аспектом є з'ясування того, зміна яких саме елементів продуктивності призводить до її падіння за екстремальних умов. Реалізація генетичного потенціалу врожайності відбувається безпосередньо через елементи її структури. На показники продуктивності пшениці ярої вагомий вплив мають зовнішні чинники. Визначення ролі кожного окремого елемента у процесі формування врожаю сприяє досягненню поставлених селекційних завдань.

Здійснено структурний аналіз 14 генотипів пшениці м’якої ярої за ключовими параметрами продуктивності головного колоса, зокрема його довжиною, кількістю колосків і зерен у колосі, масою зерна з колоса та масою 1000 зерен.

Високоефективним напрямом є добір за довжиною колоса. Розмір колоса має виражений фенотиповий вияв і слугує важливою маркерною

ознакою під час селекції на врожайність. Упродовж періоду досліджень довжина колоса коливалася в усіх досліджуваних генотипів, що є цілком природним.

Водночас розмах цієї мінливості відрізнявся, що пояснюється індивідуальною нормою реакції кожного генотипу. Це підтверджено розрахованими лімітами (R=max−min). Зокрема, найменшу довжину колоса зафіксовано у генотипу Барвиста (7,4 см), а найбільшу у генотипу Панянка (11,3 см) – табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Довжина головного колоса генотипів пшениці м'якої ярої (середнє за 2025, 2026 рр.)

Генотип	Довжина колоса, см	Ранг	Lim		Статистичні параметри	
			min	max	R	V, %
Елегія миронівська – St	10,4	2	9,2	10,9	1,7	11,3
Божена	9,8	5	8,1	10,9	2,8	12,5
Струна миронівська	10,0	4	8,5	11,2	2,7	9,9
Героїня	9,7	6	8,2	10,9	2,7	13,8
МІП Злата	9,2	8	8,6	9,8	1,3	8,8
Панянка	11,3	1	10,7	12,6	1,9	9,9
Етюд	9,0	9	8,3	10,2	1,9	9,3
Сюїта	8,9	10	8,1	9,8	1,7	15,3
Барвиста	7,4	14	6,6	8,7	2,1	13,9
МІП Світлана	8,4	12	7,6	10,3	2,9	15,4
Улюблена	9,4	7	8,5	11,1	2,6	14,6
Танок	8,5	11	7,9	10,1	2,3	11,9
Колос Поліський	7,9	13	6,8	9,7	2,9	12,4
Деміра	10,0	3	9,3	11,4	2,1	13,3
$\overline{X}$	9,3	-	8,3	10,5	2,2	12,5
$НІР_{0,05}$	0,22	-	-	-	-	-

Примітки: St – стандарт, $\overline{X}$ – середнє значення, min – мінімальне значення, max – максимальне значення, R – розмах варіювання, V – коефіцієнт варіації.

Кількість колосків у колосі належить до основних елементів структури продуктивності, формування якого визначається гідротермічними умовами та специфікою ростових процесів рослин на ранніх етапах органогенезу. За

результатами структурного аналізу зразків пшениці м’якої ярої значення цього показника варіювало від 10,2 шт. у сортозразка Струна миронівська до 18,3 шт. у сорту Деміра.

Розрахунок коефіцієнта варіації дає змогу оцінити ступінь фенотипової експресії генів та порівняти мінливість ознаки залежно від агрокліматичних чинників. Для всіх досліджуваних генотипів зафіксовано середній рівень варіабельності даного параметра (V=10,2–16,2%) – табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Кількість колосків у головному колосі генотипів пшениці м’якої ярої (середнє за 2025–2026 рр.)

Генотип	Кількість колосків, см	Ранг	Lim		Статистичні параметри	
			min	max	R	V, %
Елегія миронівська – St	16,7	5	15,5	17,1	1,6	10,2
Божена	16,3	7	15,3	17,3	2,0	14,5
Струна миронівська	10,2	14	9,2	12,3	3,1	13,9
Героїня	15,7	9	14,2	16,8	2,6	11,8
МІП Злата	15,2	10	14,2	16,3	2,1	14,2
Панянка	17,0	3	15,3	17,8	2,5	13,8
Етюд	16,9	4	14,8	18,0	3,2	12,9
Сюїта	16,6	6	15,4	18,2	2,8	14,6
Барвиста	13,3	13	12,2	14,8	2,6	13,4
МІП Світлана	16,1	8	14,2	17,5	3,3	11,8
Улюблена	17,5	2	15,8	18,5	2,7	15,1
Танок	15,0	11	13,5	16,2	2,7	12,7
Колос Поліський	14,8	12	13,0	15,6	2,6	16,2
Деміра	18,3	1	17,3	19,2	1,9	10,2
$\overline{X}$	15,7	-	14,2	16,8	2,5	12,8
$НІР_{05}$	0,19	-	-	-	-	-

Примітки: St – стандарт, $\overline{X}$ – середнє значення, min – мінімальне значення, max – максимальне значення, R – розмах варіювання, V – коефіцієнт варіації.

Ключовим елементом структури продуктивності є кількість зерен у колосі. Найвищі показники озерненості (понад 40 шт.) зафіксовано у генотипів Улюблена (41,9 шт.) та Сюїта (41,7 шт.). Вищими за середнє значення по

досліду (38,2 шт.) також були показники сортозразків Струна миронівська (38,9 шт.) і Танок (38,7 шт.).

Мінімальну кількість зерен у колосі (29,4 шт.) відмічено у генотипу Колос Поліський (табл. 4.3). За цим параметром досліджувані зразки пшениці м'якої ярої характеризувалися середнім рівнем варіабельності (V=9,2–18,3%).

Таблиця 4.3. Кількість зерен у головному колосі генотипів пшениці м'якої ярої (середнє за 2025–2026 рр.)

Генотип	Кількість зерен, шт	Ранг	Lim		Статистичні параметри	
			min	max	R	V, %
Елегія миронівська – St	39,0	3	35,6	41,5	5,9	9,2
Божена	37,7	6	32,2	40,5	8,3	10,6
Струна миронівська	38,9	4	36,2	43,3	7,1	10,1
Героїня	34,7	11	32,4	40,8	8,4	12,8
МІП Злата	33,4	13	32,2	43,8	11,6	17,2
Панянка	36,2	9	34,1	46,2	12,1	16,3
Етюд	35,5	10	33,8	46,2	12,4	15,7
Сюїта	41,7	2	37,5	42,3	4,8	15,2
Барвиста	34,2	12	32,9	46,1	13,2	18,3
МІП Світлана	37,1	7	34,8	42,2	7,4	16,7
Улюблена	41,9	1	39,7	52,2	12,5	15,2
Танок	38,7	5	35,6	48,3	12,7	14,9
Колос Поліський	29,4	14	28,4	37,1	8,7	10,3
Деміра	36,4	8	44,7	36,1	11,4	14,2
$\overline{X}$	38,2	-	35,0	42,7	9,7	11,3
$НІР_{05}$	0,11	-	-	-	-	-

Примітки: St – стандарт, $\overline{X}$ – середнє значення, min – мінімальне значення, max – максимальне значення, R – розмах варіювання, V – коефіцієнт варіації.

Вагомим елементом структури продуктивності рослин є маса зерна з головного колоса. За даними проведеного аналізу, у зразків різного еколого-географічного походження значення цього параметра становило від 1,1 до 1,84 г.

Коефіцієнт варіації ознаки коливався від середнього (V=15,3–19,2%) до високого рівня у генотипів Leguav (V=21,2%) та МІП Світлана (V=20,2%).

Динаміка цього показника за роками досліджень підтверджує суттєвий вплив умов довкілля на його формування (табл. 4.4).

Таблиця 4.4. Маса зерна з головного колоса генотипів пшениці м'якої ярої (середнє за 2025–2026 рр.)

Генотип	Маса зерна, г	Ранг	Lim		Статистичні параметри	
			min	max	R	V, %
Елегія миронівська – St	1,72	2	1,25	1,79	0,54	15,2
Божена	1,39	8	1,11	1,48	0,37	16,8
Струна миронівська	1,63	5	1,48	2,02	0,54	15,6
Героїня	1,38	10	0,98	1,45	0,47	16,7
МІП Злата	1,42	7	1,21	1,98	0,77	18,2
Панянка	1,53	6	1,38	1,95	0,57	15,7
Етюд	1,37	11	1,18	1,92	0,74	18,3
Сюїта	1,64	4	1,41	1,90	0,49	17,9
Барвиста	1,11	14	0,80	1,50	0,70	14,7
МІП Світлана	1,29	13	0,99	1,80	0,81	20,2
Улюблена	1,72	3	1,48	2,05	0,57	17,3
Танок	1,39	9	1,22	1,78	0,56	19,1
Колос Поліський	1,36	12	1,12	2,0	0,88	17,7
Деміра	1,83	1	1,67	2,04	0,37	21,2
$\overline{X}$	1,47	-	1,23	1,83	0,59	17,2
$НІР_{05}$	0,05	-	-	-	-	-

Примітки: St – стандарт, $\overline{X}$ – середнє значення, min – мінімальне значення, max – максимальне значення, R – розмах варіювання, V – коефіцієнт варіації.

Маса 1000 зерен належить до ключових показників структури врожайності пшениці м'якої ярої, який є важливою характеристикою посівних і товарних якостей насіння та широко застосовується в селекційно-генетичних дослідженнях і виробничій практиці. Цей параметр відображає крупність та ступінь виповненості зерна, адже більші за розміром зернівки мають відповідно вищу масу.

Вважається, що насіння з високою масою 1000 зерен володіє кращими борошномельно-круп'яними властивостями й забезпечує підвищений вихід борошна. За період проведення дослідів виявлено суттєву диференціацію

вивчених генотипів за фенотиповою мінливістю маси 1000 зерен з головного колоса.

Найвищою стабільністю цієї ознаки в умовах Лісостепу відзначалися зразки з мінімальним розмахом варіювання (R): Барвиста (R=1,1), Танок (R=2,4), Улюблена (R=2,5), Колос Поліський (R=2,6) та Божена (R=2,7) та ін. (табл. 4.5).

Таблиця 4.5. Маса 1000 зерен генотипів пшениці м'якої ярої (середнє за 2025–2026 рр.)

Генотип	Маса 1000 зерен, г	Ранг	Lim		Статистичні параметри	
			min	max	R	V, %
Елегія миронівська – St	39,9	9	37,8	41,7	3,9	12,7
Божена	40,1	7	38,6	41,3	2,7	11,7
Струна миронівська	42,9	1	36,8	41,7	4,9	15,3
Героїня	39,8	10	36,3	41,2	4,9	14,9
МІП Злата	41,4	4	36,8	42,0	5,2	13,7
Панянка	41,8	3	37,7	44,2	6,5	14,5
Етюд	42,4	2	39,6	43,2	3,6	15,1
Сюїта	38,6	13	35,6	38,8	3,2	17,2
Барвиста	35,5	14	35,5	36,6	1,1	10,3
МІП Світлана	39,8	8	37,4	42,5	5,1	17,9
Улюблена	41,1	5	37,7	40,2	2,5	18,2
Танок	38,8	11	37,2	39,6	2,4	16,3
Колос Поліський	40,7	6	38,5	41,1	2,6	16,8
Деміра	38,7	12	36,5	39,2	2,7	15,8
$\overline{X}$	40,2	-	37,3	40,9	3,6	17,3
$НІР_{05}$	0,23	-	-	-	-	-

Примітки: St – стандарт, $\overline{X}$ – середнє значення, min – мінімальне значення, max – максимальне значення, R – розмах варіювання, V – коефіцієнт варіації.

За масою 1000 зерен виділено вітчизняні генотипи Струна миронівська (42,9 г), Етюд (42,4 г), Панянка (41,8 г) і МІП Злата (41,4 г), які за цим показником істотно перевищували сорт-стандарт (39,9 г).

Аналіз одержаних даних свідчить, що для всіх досліджуваних генотипів пшениці м'якої ярої характерний середній рівень варіювання даного

параметра, на що вказують значення коефіцієнта варіації в межах від 12,7 до 18,2%.

Отже, ідентифіковано генотипи Струна миронівська, Етюд, Панянка та МІП Злата, які відзначалися підвищеними показниками маси 1000 зерен порівняно із сортом-стандартом і зберігали їхню стабільність упродовж різних років досліджень.

Рівень урожайності пшениці ярої визначається характером фенотипового вияву елементів її структури, що зазнають суттєвої мінливості під дією комплексних біотичних та абіотичних факторів середовища. При цьому зниження окремих елементів продуктивності може частково компенсуватися за рахунок інших складників, формування яких відбувається у більш сприятливих агрокліматичних умовах під час вегетації.

Зростанню показників продуктивності сприяє поєднання оптимального температурного режиму з достатньою зволоженістю протягом вегетаційного періоду, а також належне вологозабезпечення під час наливу й дозрівання зернівки. Натомість за умов надмірного зволоження та знижених температур терміни дозрівання подовжуються, що призводить до недобору врожаю.

У результаті досліджень виділено середньорослі та низькорослі сортозразки, які поєднують високу потенційну продуктивність із стійкістю до вилягання, що має важливе практичне значення для виробництва.

Гідротермічні умови в роки проведення дослідів безпосередньо коригували висоту рослин. Вилягання посівів практично не фіксувалося, оскільки посушливі умови в міжфазний період «колосіння – повна стиглість» сприяли формуванню механічної міцності стебла.

За роками досліджень стійкість рослин до вилягання оцінювали на рівні 8,3–9,0 бала у 2025 році та 6,2–8,0 бала у 2026 році.

Висота рослин досліджуваних генотипів варіювала від карликових форм (45 см – Барвиста) до середньорослих (98 см – Колос Поліський), залежно від конкретних умов року вирощування (табл. 4.6).

Таблиця 4.6. Параметри висоти рослин та стійкість до вилягання генотипів пшениці м'якої ярої (середнє за 2025–2026 рр.)

Генотип	Висота рослин, см	Ранг	Lim		V, %	Стійкість до вилягання, бал
			min	max		
Середньорослі 86–105 см						
Елегія миронівська – St	83,0	-	78,0	91,0	10,3	8,0
Сюїта	88,0	6	81,0	94,0	10,2	7,0
Панянка	90,0	4	82,0	95,0	11,5	8,0
Божена	95,0	3	88,0	100,0	12,8	8,0
Героїня	96,0	2	88,0	99,0	8,9	7,0
МІП Світлана	88,0	5	79,0	96,0	9,8	7,0
Колос Поліський	98,0	1	89,0	103,0	9,6	6,0
$\overline{X}$	92,5	-	84,5	97,7	10,5	7,2
min	88,0	-	79,0	94,0	8,9	6,0
max	98,0	-	89,0	103,0	12,8	8,0
Низькорослі 60–85 см						
МІП Злата	82,0	1	73,0	87,0	10,4	8,0
Струна миронівська	80,0	4	71,0	89,0	12,7	8,0
Етюд	81,0	3	77,0	88,0	12,0	8,0
Деміра	72,0	6	65,0	81,0	12,9	7,0
Улюблена	82,0	2	74,0	91,0	13,7	7,0
Танок	73,0	5	68,0	81,0	9,8	7,0
$\overline{X}$	78,3	-	71,3	86,2	11,9	7,5
min	72,0	-	65,0	81,0	9,8	7,0
max	82,0	-	77,0	91,0	13,7	8,0
Карлики – 45 см						
Барвиста	45,0	1	43,0	47,0	8,7	8,0
$НІР_{0,05}$	0,8	-	-	-	-	-

За параметром висоти рослин розмах варіювання для середньорослих зразків різного походження становив від 11,0 см у генотипу Героїня (UKR) до 17,0 см у МІП Світлана (POL), а для низькорослих від 11,0 до 18,0 см. Незначний рівень коефіцієнта варіації (до 10,0%) зафіксовано у п'яти генотипів, тоді як у восьми зразків цей показник був середнім (V=10,2–13,7%).

Виділено групи середньорослих, низькорослих та карликових генотипів

пшениці м’якої ярої, які рекомендовано використовувати як цінний вихідний матеріал у селекції на стійкість до вилягання.

4.2. Стійкість пшениці м’якої ярої до хвороб листя.

У генотипів пшениці м’якої ярої найбільшу шкодочинність спричиняли такі фітопатогени листкових грибних хвороб, як борошниста роса (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. Marchal), бура листкова іржа (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*) та септоріоз листя (*Septoria tritici* Rob. et Desm.). У зв'язку з цим оцінку їхньої імунологічної реакції здійснювали на природному інфекційному фоні.

Симптоми *E. graminis* спостерігалися з фази сходів і впродовж усієї вегетації, проте патоген проявлявся переважно в першій її половині. Ураження призводило до скорочення асиміляційної поверхні листя та затримки розвитку рослин, що зумовлювало зменшення кількості й маси зерен та їхню щуплість. Інтенсивний розвиток патогену фіксували у прохолодну та вологу погоду в міжфазний період «сходи - вихід у трубку», коли середньодобова температура повітря була нижчою за середню багаторічну (СБ = 13,2 °С) на 1,9 °С, а також у міжфазний період «колосіння - повна стиглість» за ГТК=1,5 (при СБ=1,1). Характерні ознаки хвороби проявлялися на листових пластинках з обох боків, стеблах і піхвах у вигляді світлого павутинистого нальоту та борошнистих подушечок, які з білого кольору поступово змінювалися на жовтувато-сірий.

Максимальний рівень ураження рослин збудником *E. graminis* відмічено в міжфазний період «колосіння - повна стиглість» за умови ГТК=2,7 (при СБ=1,2). За результатами оцінювання виділено сім (50,0%) генотипів пшениці м’якої ярої - Героїня, МІП Злата, Панянка, Етюд, МІП Світлана, Деміра і Танок, які виявили високу стійкість (8 балів) до борошнистої роси. Інші сім сортозразків (50,0%) охарактеризовані як стійкі (7 балів).

Патоген *P. recondita* вражає листкові пластинки та піхви. Спочатку переважно на верхній стороні листка утворюються іржасто-бурі

уредопустули, які за сприятливого мікроклімату швидко поширюються. У проведених дослідах найбільша шкодочинність бурої іржі проявлялася у фазу молочної стиглості: за сильного розвитку хвороби уредопустули суцільно вкривали листову поверхню, спричиняючи її передчасне відмирання.

Найвищу інтенсивність ураження пшениці збудником *P. recondita* спостерігали за умов ГТК=1,0 та підвищеного температурного режиму у період від виходу в трубку до повної стиглості, а також за ГТК=1,1 (при СБ=1,5).

На рівень стійкості генотипів пшениці м'якої ярої проти бурої листкової іржі вагомо впливали метеорологічні чинники середовища. Вищий ступінь ураження патогеном (ГТК=1,0 при СБ=1,6) зафіксовано під час колосіння рослин (ГТК=0,7 при СБ=1,2). Упродовж років досліджень показник стійкості до *P. recondita* коливався в межах 6–7 балів.

У природно-польових умовах проаналізовано динаміку розвитку *S. tritici* на генотипах пшениці м'якої ярої. Інтенсивне поширення хвороби відзначали на тканинах рослин, що старіють. Тенденцію до зростання ураження збудником спостерігали в міжфазний період «колосіння – повна стиглість», що ймовірно пояснюється характером зволоження та зниженням середньодобової температури повітря.

Підвищену інтенсивність розвитку патогену фіксували при значеннях ГТК=1,5 у цей період (при СБ=1,1). За роки проведення досліджень високостійких генотипів до *S. tritici* не виявлено. Високий рівень стійкості (7 балів) проти септоріозу листя зберегли генотипи Божена, МІП Злата, Улюблена, Деміра, а в умовах зони Полісся МІП Злата, Панянка, Колос Поліський і Танок.

У результаті проведеної оцінки встановлено, що найбільшу селекційну цінність мають генотипи пшениці м'якої ярої, які поєднують високий індекс комплексної стійкості з індивідуальною резистентністю до окремих листкових грибних хвороб (табл.4.7).

Таблиця 4.7. Стійкість генотипів пшениці м'якої ярої до основних фітопатогенів листкових грибних хвороб (середнє за 2025–2026 рр.)

Генотип	Країна походження	Бал стійкості:			Індекс стійкості, I			Ii
		P. recondita	*E. graminis*	*S. tritici*	*P. recondita*	*E. graminis*	*S. tritici*	
Елегія миронівська – St	UKR	7	7	6	1,04	0,93	0,95	0,97
Божена	UKR	6	7	7	0,90	0,93	1,11	0,98
Струна миронівська	UKR	6	7	6	0,90	0,93	0,95	0,93
Героїня	UKR	7	8	6	1,04	1,06	0,95	1,02
МІП Злата	UKR	7	8	7	1,04	1,06	1,11	1,07
Панянка	UKR	7	8	6	1,04	1,06	0,95	1,02
Етюд	UKR	7	8	6	1,04	1,06	0,95	1,02
Сюїта	UKR	6	7	6	0,90	0,93	0,95	0,93
Барвиста	UKR	7	7	6	1,04	0,93	0,95	0,98
МІП Світлана	POL	7	8	6	1,04	1,06	0,95	1,02
Улюблена	POL	7	7	7	1,04	0,93	1,11	1,03
Танок	SYR	6	8	6	0,90	1,06	0,95	0,97
Колос Поліський	AUT	7	7	6	1,04	0,93	0,95	0,97
Деміра	CZE	7	8	7	1,04	1,06	1,11	1,07
$\overline{X}$	-	6,69	7,53	6,31	0,99	1,00	0,99	1,01
min	-	6	7	6	0,90	0,93	0,95	0,93
max	-	7	8	7	1,04	1,06	1,11	1,07
R	-	1	1	1	0,14	0,13	0,16	0,14

Примітки: St – стандарт, Ii – індекс комплексної стійкості, $\overline{X}$ – середнє, min – мінімальне значення, max – максимальне значення, R – розмах варіювання (max–min).

Для визначення комплексної імунологічної характеристики використовували сумарний бал стійкості проти патогенного комплексу: *Erysiphe graminis*, *Puccinia recondita* та *Septoria tritici*. Погодні умови в агроекологічних зонах вирощування суттєво впливали на фітопатологічний стан посівів, що відобразилося на перерозподілі досліджуваних генотипів за балами стійкості.

Найнижчі показники урожайності було сформовано через посушливі умови та суттєве перевищення середньобагаторічних температурних значень. За результатами комплексної оцінки виділено зразки з високою стійкістю до

комплексу патогенів - МІП Злата (Іі=1,07) та Деміра (Іі=1,07); за стійкістю до *E. graminis* та *P. recondita* - Героїня (Іі=1,02), Панянка (Іі=1,02), Етюд (Іі=1,02), МІП Світлана (Іі=1,02); за стійкістю до *E. graminis* та *S. tritici* - сортозразок Улюблена (Іі=1,03).

ВИСНОВКИ

1. Виділено генотипи пшениці м’якої ярої МІП Злата, Струна миронівська, Етюд, Улюблена і Деміра, як джерел продуктивності для селекції.
2. Визначено характер прояву елементів структури урожайності, та мінливість їх під впливом абіотичних та біотичних чинників довкілля. Максимальний показник довжини головного колоса становив 12,6 см (сорт Панянка). Кількість колосків у колосі варіювала від 10,2 шт. (Струна миронівська) до 18,2 шт. (Деміра).
3. За ознакою кількості зерен з колоса пшениці м’якої ярої кращими визначили сорти: Улюблена (41,9 шт.), Сюїта (41,7 шт.), Струна миронівська (38,9 шт.) і Танок (38,7 шт.), що вище середнього значення у досліді (38,2 шт.).
4. Встановлено, що мінливість маси 1000 зерен для всіх досліджуваних генотипів відповідала середньому рівню (V=12,8–18,3%). Найбільш стабільним проявом, в роки досліджень, характеризувалися генотипи з низьким розмахом варіювання: Барвиста (R=1,2), Танок (R=2,4), Улюблена (R=2,5), Колос Поліський (R=2,6) та Божена (R=2,7).
5. За масою 1000 зерен визначено кращі генотипи: Струна миронівська (42,9 г), Етюд (42,4 г), Панянка (41,8 г) і МІП Злата (41,4 г), які виявилися кращими за сорт-стандарт (39,8 г).
6. Виділено стійкі до вилягання середньорослі, низькорослі та карликові генотипи пшениці м’якої ярої: Панянка, Божена, МІП Злата, Струна миронівська, Етюд, Барвиста й Улюблена, які поєднували підвищену стійкість до вилягання з високими показниками продуктивності.

7. Сорти пшениці м’якої ярої МІП Злата, Панянка, Етюд, Героїня, Улюблена, МІП Світлана, Деміра є цінними джерелами для селекції проти збудників листкових грибних хвороб.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ ТА СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ

1. Рекомендуємо в умовах НВЦ БНАУ вирощувати високопродуктивні сорти МІП Злата, Струна миронівська, Етюд, Улюблена та Деміра.
2. Рекомендуємо використовувати у селекції:

   - генотипи які формують високу масу 1000 зерен: Струна миронівська, Етюд, Панянка, МІП Злата, Улюблена, Сюїта та Танок;
   - стійкі до вилягання генотипи: Панянка, Божена, МІП Злата, Струна миронівська, Етюд, Барвиста й Улюблена;
   - генотипи з комплексною стійкістю до збудників листкових хвороб: МІП Злата, Панянка, Етюд, Героїня, Улюблена, МІП Світлана та Деміра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологія вирощування ярої пшениці в умовах нестійкого зволоження Лісостепу. *Наукові розробки – виробництву*. Черкаси: ЧіАПВ, 2014. 287 с.
2. Рябовол Я.С., Рябовол Л.О. Створення нових селекційних матеріалів пшениці м'якої озимої за гібридизації еколого-географічно віддалених генотипів. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, 2016. № 1. С. 69 – 71.
3. Parmesan C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Annual Rev. Ecol. Evol. Sys. 2016. Vol. 37. P. 637–639.
4. Мазур О.В., Мазур О.В., Лозінський В.М. Селекція та насінництво польових культур: навчальний посібник. Вінниця : ТВОРИ, 2020. 348 с.
5. Завірюха П., Юхно О., Костюк Б. Порівняльне вивчення нових генотипів пшениці озимої української селекції за господарсько цінними ознаками в умовах західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер: Агрономія.* 2013. №17(2). С. 239 – 250.
6. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
7. Гаврилюк М.М., Соколов В.М., Жемойда В.Л. Практичне насінництво та насіннєзнавство сільськогосподарських рослин: навч. посіб. Вінниця, 2019. 269 с.
8. Мельник С. І. Сучасний стан та перспективи розвитку насінництва в Україні. Сучасний стан та перспективи розвитку насінництва в Україні. *Наук. праці південного філіалу «Кримський агротехнологічний університет» НАУ*. Сімферополь. 2018. Вип. 107. С. 6-7.
9. Собко, М. Г., Глупак, З. І., Крючко, Л. В., Бутенко, А. О. Формування врожайності та якості зерна сучасних сортів пшениці озимої різних за

географічним походженням. *Аграрні інновації*, (12), 2022. 60–69 с. doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.10

10. Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур. Київ : Ніка-Центр, 2010. 620 с.
11. Білоусова З. В. Урожайність пшениці та погода. Агрономія сьогодні. 2021. № 14. URL: https: //elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/15170
12. Божко Л. Ю. Оцінка впливу екстремальних явищ на продуктивність сільськогосподарських культур. Одеса : *Екологія*, 2013. 240 с.
13. Фурдичко О. І. Агроекологія. Київ : Аграрна наука, 2014. 399 с. 15.
14. Довгаль Г. П. Оцінка залежності урожайності озимої пшениці від впливу метеорологічних факторів в умовах зони Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1–2. С. 157–160.
15. Fischer G., Shah M., Tubiello F. N., van Velhuizen, H. Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080. Philosophical Transactions of the Royal Society *B. Biol. Sci.* 2015. Vol. 360, Is. 1463. P. 2067–2083.
16. Виробництво насіння пшениці озимої та ярої (методичні рекомендації) / за ред. А.А. Сіроштана, В.П. Кавунця. Миронівка, 2021. 49 с.
17. Янішевський Л. І., Дубовий В. І., Чайка О. В. Агроекологічна оцінка генотипів ячменю ярого різного еколого-географічного походження в умовах перехідної зони Полісся. *Збалансоване природокористування*. Київ, 2017. Вип. 1. С. 63–68.
18. Макрушин М. М., Кліценко О. О., Макрушина Є. М. Генетика насіння. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*: у 4-х томах. К.: Колос, 2011. Т.1. С. 62-80.
19. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І. О., 2013. 712 с.

20.Лифенко С. П., Єриняк М. І., Нарган Т. П,. Наконечний М. Ю. Нові генотипи озимої м'якої пшениці інтенсивного типу для степової та лісостепової зон, особливості їх агротехніки та насінництва. *Посібник укр. хлібороба*. Київ, 2010. С. 243–245.

21.Hatfield J. L., Wright-Morton L., Hall B. Vulnerability of grain crops and croplands in the Midwest to climatic variability and adaptation strategies. *Clim. Change.* 2017. Vol. 146. P. 263–275. doi.org/ 10.1007/s10584- 017-1997x

22. Licker R., Johnston M., Foley J. A. et al. Mind the gap: how do climate and agricultural management explain the 'yield gap' of croplands around the world? Glob. *Ecol. Biogeogr*. 2010. Vol. 19. P. 769–782. doi.org/ 10.1111/j.1466- 8238.2010.00563

23.Van Brussel L. G. J., Grassini P., Van Wart J. et al. From field to atlas: upscaling of location-specific yield gap estimates. *Field Crops Res*. 2015. Vol. 177. P. 98–108. doi: 10.1016/j.fcr.2015. 03.005

24.Garfin G., Franco G., Blanco H. et al. Southwest (NCA Chapter 20). In Melillo J. M., Richmond T. C., Yohe G. W. (Eds). Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment. Washington, DC : *US Global Change Research Program*, 2014. pp. 462–486

25.Klatka S., Malec M., Ryczek M., Kruk E. Use of the synthetic index of agricultural environment quality for evaluation of soils degraded as a result of stone coal exploitation. *Environmental Protection and Natural Resources*. 2016 Vol. 27, No. 4(70). P. 12–16. doi.org/ 10.1515 /osZn-2016-0026

26.Бакуменко О.М., Осьмачко О.М., Власенко В.А. Комбінаційна здатність сортів пшениці озимої Крижинка та Смуглянка: *Монографія.* Суми «Мрія». 2019. 194 с.

27. Arbuckle J. G., Morton L. W., Hobbs J. Understanding farmer perspectives on climate change adaptation and mitigation: the roles of trust in sources of climate information, climate change beliefs, and perceived risk. *Environ.*

Behav. 2015. Vol. 163 47, Iss. 2. P. 205–234. doi.org/ 10.1177/0013916513503832

28. Yu Q., Li L., Luo Q. et al. Year patterns of climate impact on wheat yields. *Int. J. Climatol*. 2014. Vol. 34. P. 518–528. doi.org/ 10.1002/joc. 3704
29. Guzzon F., Gianella M., Giovannini P., Payne T. S. Conserving wheat genetic resources. *Wheat Improvement*. 2022. P. 299–318. doi.org/10.1007/978-3 030-90673-3_17
30. Бабаянц О. В., Бабаянц Л. Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. Одесса: ВМВ, 2014. 401с.
31. Татаринова В. І., Власенко В. А., Рожкова Т. О. та ін. Моніторинг фітопатогенного комплексу зернових культур північно-східного лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ, серія Ентомологія і біологія*. 2013. Вип. 3. С. 29–33.
32. Гаврилюк М.М., Соколов В.М., Жемойда В.Л. Практичне насінництво та насіннєзнавство сільськогосподарських рослин: навч. посіб. Вінниця, 2019. 269 с.
33. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Базалій Г. Г., Корхова М. М., Ларченко О. В., Кириченко Н. В., Панфілова А. В. Наукові основи селекції озимої пшениці на агроекологічну адаптивність: монографія. Миколаїв: МНАУ, 2024. 244 с. ISBN 978-617-7149-75-9
34. Choe M.-E., Kim J.-Y., Han S.-I. et al. Development of in Dels markers for the identification of cytoplasmic male sterility in Sorghum by complete chloroplast genome sequences analysis. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. doi.org/10.3389/fpls.2023.1188149
35. Pathak M. K., Srivastava P. R., Singh M. K. Roadblocks to Hybrid Wheat Seed Production: An Analysis of Constraints. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*. 2024. Vol. 24, Iss. 4. P. 1–6. doi.org/10.9734/ajaar/2024/v24i4497

36. Явдощенко М. П. Особливості розвитку бурої іржі в північному Степу України та заходи обмеження її розповсюдження. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва НААН*. 2013. № 21–22. С. 52–56.
37. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J. et al. Catalogue of gene symbols for wheat. KOMUGI-integrated wheat science. 2013. Database at www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp
38. Putnik-Delic M. I. Resistance to Puccinia triticina at different stages of wheat. *Proc. Nat. Sci. Matica Srpska Novi Sad*. 2009. N 116. P. 183–190.
39. Kolmer J. A., Long D. L., Hughes M. E. Physiologic specialization of *Puccinia triticina* on wheat in the United States. *Plant Dis*. 2016. Vol. 90. P. 1219–1224.
40. Krattinger S. G., Lagudah E. S., Spielmeyer W. et al. A putative ABC transporter confers durable resistance to multiple fungal pathogens in wheat. *Science*. 2019. Vol. 323, No. 5919. P. 1360–1363.
41. Карелов А. В., Козуб Н. О., Созінов І. О. та ін. Характеристика українських генотипів м‘якої пшениці (*Triticum aestivum*) за допомогою новітніх молекулярних маркерів генів помірної стійкості проти іржастих грибів. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59. С. 128–136.
42. Khan M. A., Saini R. Non-hypersensitive leaf rust resistance of bread wheat cultivar PBW65 conditioned by genes different from Lr34. Czech J. Genet. *Plant Breed*. 2009. Vol. 45 (1). P. 26–30.
43. Близнюк Р. М., Демидов О. А., Чугункова Т. В., Федоренко М. В., Березовський Д. Ю. Стійкість сортів пшениці м’якої ярої до листкових грибних хвороб. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 1. С. 74–79.
44. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів. За ред. В. В. Кириченка, В. П. Петренкової. Харків : Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр’єва, 2012. 320 с.
45. Кулєшов А. В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз. 2-е вид., перероб. і доп. Харків : Еспада, 2011. 608 с.

46. Демидов О. А., Хоменко С. О., Федоренко І. В., Близнюк Р. М., Кузьменко Є. А. Оцінка адаптивної здатності перспективних ліній пшениці ярої в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків, 2016. Вип. 109. С. 57–61
47. Близнюк Р. М. Урожайність, стабільність і пластичність сортів пшениці м'якої ярої за вирощування в Лісостепу та Полісся України. Селекція, генетика і технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених (с. Центральне, 19 квітня 2019 р.). Вінниця: ТОВ «ТВОРИ , 2019. С. 53.
48. Blyzniuk R., Demydov O., Khomenko S., Fedorenko I., Berezovskyi D., Fedorenko M., Pravdziva I., Ivantsova L, Voloshchuk S. Ecological plasticity and stability of spring bread wheat varieties by yield level in agro-ecological zones of the 142 Forest-Steppe and Polissia of Ukraine. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9. Issue 2. P. 61–68. doi.org/ 10.11648/j.ajaf.20210902.13
49. Singrun C., Rauch P., Morgounov A. Identification of powdery mildew and leaf rust resistance genes in common wheat (Triticum aestivum L.). wheat varieties from the Caucasus, Central and Inner Asia. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2014. Vol. 51. P. 355–370.
50. Близнюк Р.М., Березовський Д. Ю., Демидов О.А., Хоменко С. О. Урожайність сортів пшениці м'якої ярої у різних екологічних зонах вирощування. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 5. С. 104–113.
51. Василенко Н. В., Правдзіва І. В., Близнюк Р. М., Хоменко С. О. Урожайність і якість сортів пшениці м'якої ярої миронівської селекції залежно від гідротермічних умов року. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 9. С. 91–97.

52. Осьмачко О. М., Власенко В. А., Бакуменко О. М., Тао Є., Ошомок Т. В. Стійкість до борошнистої роси зразків *Triticum aestivum* L. 4th WWSRRN CIMMYT в умовах північно-східного Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2019. № 24. С. 74–88. doi.org/10.36814/pgr.2019.24.06

53. Собко, М. Г., Глупак, З. І., Крючко, Л. В., Бутенко, А. О. Формування врожайності та якості зерна сучасних сортів пшениці озимої різних за географічним походженням. *Аграрні інновації*, (12), 2022. 60–69 с. doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.10

54. Кулєшов А. В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз. 2-е вид., перероб. і доп. Харків : Еспада, 2011. 608 с.

55. Марков І. Л. Волога проти пшениці: Хвороби в умовах зрошення. *Агросектор*. 2018. №2 (27). С. 24-25.

56. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. С. М. Степаненка, А.М. Польового. Одесса : Екологія, 2024. 696 с.

57. Лозінська Т. П., Власенко В. А., Солона В. Й. Характеристика генотипів пшениці м’якої ярої за елементами продуктивності та їх оцінка методом селекційних індексів. *Наук.-техн. бюл. Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла*. 2009. Вип. 9. С. 117–129.

58. Правдзіва І. В., Василенко Н. В., Хоменко С. О. Мінливість показників якості зерна пшениці м’якої ярої залежно від впливу погодних умов. *Генотиповивчення та охорона прав на генотипи рослин*. 2017. Т. 13, № 3. С. 323–330.

59. Стельмах А. Ф., Файт В. І. Системи контролю початкового розвитку сучасних селекційних зразків озимих зернових колосових культур у СГІ–НЦНС. *Фактори експериментальної еволюції організмів*, 2015. № 16. С. 156–160.

60. Адаменко Т. І. Особливості погодних умов весняно-літньої вегетації сільськогосподарських культур в Україні. *Агроном*. 2019. № 3. С. 12–15.

61. Базалій В. В. Особливості формування врожайності та прояв ознак продуктивності у сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 97. С. 3–12.
62. Смірнова І. В. Урожайність та якість генотипів пшениці озимої залежно від умов мінерального живлення. *Наукові праці. Екологія.* Миколаїв, 2015. Т. 256, Вип. 244. С. 81–84.
63. Жемела Г. П., Сидоренко А. В., Кулик М. І. Роль погодних факторів у поліпшенні якості зерна озимої пшениці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 2. С. 16–22.
64. Моргун В. В. Хлібний достаток і продовольча безпека. Світ. 2014. № 35–36. С. 2–3.
65. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2003. 296 с.
66. Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. та ін. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Київ: «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.
67. Четверик О. О., Козаченко Р. М. Коефіцієнти кореляції та детермінації між ознаками сортів пшениці м’якої озимої. *Селекція і насінництво*. 2015. № 107. С. 105–114.
68. Літун П. П., Кириченко В. В., Петренкова В. П., Коломацька В. П. Системний аналіз в селекції польових культур. Навчальний посібник. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. 2009. 354 с.
69. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іваненко О.О. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів. За ред. проф. С.О.Трибеля. К.: Світ, 2001. 448 с.
70. Новак Ж. М. Рівень прояву та варіація біометричних показників сортозразків ячменю ярого колекції Уманського національного університету садівництва. *Збірник наукових праць Уманського*

національного університету садівництва. 2021. Вип. 98. С. 76–84. doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-1-76-84.

71. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М., Пузік Л.М., Попов С.І., Музафаров Н.М., Бухало В.Я., Криштоп Є.А. Дослідна справа в агрономії. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. За ред. О.А. Рожкова. Х.: Майдан, 2016. 342 с.