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

ГЕТЕРОЗИС І СТУПІНЬ ФЕНОТИПОВОГО ДОМІНУВАННЯ ЗА КІЛЬКІСТЮ ЗЕРЕН З КОЛОСУ У ГІБРИДІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ДОСЛІДНОГО ПОЛЯ НВЦ БНАУ

Рівень вищої освіти: другий (освітній рівень)
Кваліфікація: «Магістр з агрономії»

Виконала: Бойко Поліна Сергіївна _____

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 здобувачки
Бойко Поліни Сергіївни

Тема: Гетерозис і ступінь фенотипового домінування за кількістю зерен з колосу у гібридів пшениці м'якої озимої 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 вивчення успадкування ознаки «кількість зерен у головному колосі» та прояв гетерозису у міжсортових гібридів F_1 та розщеплення в F_2 пшениці м'якої озимої.
Вихідні дані: сорти пшениці озимої: стандарт сорт Лісова пісня (Україна).
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

Здобувачка _____ Поліна БОЙКО

Дата отримання завдання 3 вересня 2025 р.

ДЕКЛАРАЦІЯ

про дотримання академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи

Я, Бойко Поліна Сергіївна, здобувачка другого рівня вищої освіти за освітньою програмою Н1 Агрономія, підтверджую, що кваліфікаційну роботу на тему: «Гетерозис і ступінь фенотипового домінування за кількістю зерен з колосу у гібридів пшениці м’якої озимої 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

Бойко П.С. Гетерозис і ступінь фенотипового домінування за кількістю зерен з колосу у гібридів пшениці м'якої озимої в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ

Актуальність теми дослідження. Підбір батьківських компонентів для схрещування значною мірою визначає успіх гібридизації. У процесі формування гібридів спадковість батьків є основою для створення нової форми.

Мета роботи: провести аналіз успадкування ознаки «кількість зерен у головному колосі» та прояв гетерозису у міжсортових гібридів першого покоління та розщеплення в F_2 пшениці м'якої озимої.

Об'єкт дослідження: гетерозис F_1 і ступінь фенотипового домінування F_2 пшениці м'якої озимої.

Предмет дослідження: успадкування ознаки «кількість зерен у головному колосі», типи реакцій у реципрокних гібридів.

Методи дослідження: польові, лабораторгні і статистичні.

Наукова новизна дослідження: у реципрокних гібридів F_1 спостерігали помітні відхилення в типах реакцій, це вказувало на вплив цитоплазми материнської рослини. У гібридів першого покоління Акратос ↔ Балатон, для передачі ознаки кількості зерен з головного колоса слід використовувати сорт Акратос в якості материнського компонента, у всіх інших комбінацій – будь-який сорт, адже відмічено аналогічні типи реакцій прямих і зворотніх гібридів, це вказувало на успадкування через ядерний апарат.

Практичне значення отриманих результатів: За кількістю зерен у головному колосі кращою була комбінація Квітка полів ↔ Смуглянка, МІП Княжна ↔ Колоніа і Муза Білоцерківська ↔ Мідас як за прямого так і за зворотнього схрещування відмічали високе наддомінування від +1,8 до +14,7 %, та високі показники гіпотетичного й істинного гетерозису від +3,1 до +37,3 %, також відмічено високий ступінь трансгресії у F_2. Рекомендуємо добір кращих генотипів у подальших поколіннях.

Кваліфікаційна робота магістра містить 59 сторінок, 6 таблиць, список використаних джерел із 78 найменувань.

Ключові слова: пшениця озима, успадкування, кількість зерен у головному колосі, гетерозис, трансгресія, F_1, F_2.

ANNOTATION

Boiko P.S. Heterosis and the degree of phenotypic dominance for grain number per spike in winter bread wheat hybrids of the experimental field of the Bila Tserkva National Agrarian University

Relevance of the research topic. The selection of parental components for crossing largely determines the success of hybridization. During hybrid formation, parental heredity serves as the basis for creating a new form.

Objective: To analyze the inheritance of the "number of grains in the main spike" trait, the manifestation of heterosis in first-generation (F_1) intervarietal hybrids, and segregation in the F_2 generation of winter bread wheat.

Object of research: F_1 heterosis and the degree of phenotypic dominance in F_2 winter bread wheat.

Subject of research: Number of grains in the main spike; reciprocal crosses.

Research methods: Field, laboratory, and statistical methods.

Scientific novelty: Notable deviations in response types were observed in reciprocal F_1 hybrids, indicating the influence of the maternal plant's cytoplasm. For the Akratos ↔ Balaton first-generation hybrids, the Akratos variety should be used as the maternal component to transmit the "number of grains in the main spike" trait; for all other combinations, either variety may be used, as similar response types were noted in direct and reciprocal hybrids, indicating inheritance via the nuclear genome.

Practical significance of the results: Regarding the number of grains in the main spike, the best combinations were Kvitka Poliv ↔ Smuhlianka, MIP Kniazhna ↔ Kolonia, and Muza Bilotserkivska ↔ Midas; in both direct and reciprocal crosses, high levels of overdominance (+1.8% to +14.7%) and high indices of hypothetical and true heterosis (+3.1% to +37.3%) were observed, as well as a high degree of transgression in the F_2 generation. We recommend selecting the best genotypes in subsequent generations.

The master's thesis comprises 59 pages, 6 tables, and a list of 78 references.

Key words: winter wheat, inheritance, number of grains in the main spike, heterosis, transgression, F_1, F_2.

ЗМІСТ

Вступ……. 7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ……... 9
1.1. Господарське значення озимої м'якої пшениці ……..…….. 9
1.2. Значимість сортів м'якої озимої пшениці для нарощування обсягів виробництва зерна та селекційні завдання.....……..…… 13
1.3. Методи формування вихідного матеріалу в селекції м'якої озимої пшениці …….…… 17
1.4. Вихідний матеріал для селекції пшениці м’якої озимої……...…. 20
РОЗДІЛ 2. ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ …….…..…… 26
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови …….. 26
2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень…… 28
РОЗДІЛ 3. МЕТА, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ…….. 30
3.1. Мета та завдання досліджень…… 30
3.2. Схема досліду та методики досліджень……... 30
3.3. Характеристика сортів пшениці м’якої озимої……... 32
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ …… 34
4.1. Оцінка сортів пшениці м’якої озимої за основними господарсько-цінними показниками.……..……..….. 34
4.2. Створення та добір вихідного матеріалу пшениці м’якої озимої..…… 36
4.3. Успадкування ознаки «кількість зерен у головному колосі» у F_1 пшениці м’якої озимої …….……...…… 38
4.4. Успадкування ознаки «кількість зерен у колосі» F_2 пшениці м’якої озимої …….….. 44
ВИСНОВКИ…….…… 46
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ……..… 48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ …….…….. 49

ВСТУП

Нарощування обсягів виробництва зерна залишається стратегічним пріоритетом для українського рослинництва. М'яка пшениця (*Triticum aestivum* L.) поряд із кукурудзою та рисом входить до трійки глобальних зернових культур. Ключовим завданням агропромислового сектору України є гарантування продовольчої безпеки населення за рахунок якісного зерна та розширення експортних можливостей. Чільну позицію в балансі валових зборів зерна посідає озима пшениця, під яку щороку відводять від 6 до 8 млн га площ [1].

У системі заходів зі стабілізації зернового виробництва вирішальне значення має сорт як генетичний чинник. Він визначає соціально-економічний розвиток держави, виступаючи фундаментом продовольчої безпеки. Недарма рослинництво класифікують як одну з найбільш інноваційних галузей світової економіки, куди спрямовують 12–15 % реінвестицій: показник, співмірний з ІТ-індустрією [2].

Протягом останніх десятиліть селекціонери сформували потужний арсенал сортів озимої м’якої пшениці з високим продуктивним потенціалом. Фундамент вітчизняної селекції та насінництва заклали визнані вчені В.Я. Юр’єв, П.П. Лук’яненко, Ф.Г. Кириченко, А.А. Горлач, В.М. Ремесло та інші. Використовуючи їхній безцінний доробок, сучасні генетики продовжують виводити врожайні сорти, стійкі до стресових чинників довкілля [3].

Глобальні кліматичні трансформації формують нові виклики для аграрної галузі, вимагаючи створення адаптивних сортів із високим генетичним потенціалом для стабілізації валових зборів. Проблема розриву між потенційною та фактичною продуктивністю культур, а також її річні коливання вимагають комплексного підходу. Досягнуте в останні роки зростання врожайності пшениці ґрунтується на синергії передових агротехнологій та впровадженні новітніх високоефективних сортів [4-6].

Актуальність теми дослідження. Успішне конструювання високопродуктивних генотипів можливе лише за умови наявності

різноманітного вихідного матеріалу, що поєднує комплекс господарсько цінних ознак. Дослідження особливостей прояву цих характеристик у колекційних зразках у польових умовах забезпечує отримання важливих даних щодо їхньої адаптивності, тоді як робота з гібридними популяціями відкриває можливості для ефективного відбору перспективних генотипів.

Метою роботи було провести аналіз успадкування ознаки «кількість зерен у головному колосі» та прояв гетерозису у міжсортових гібридів першого покоіння та розщеплення в F_2 пшениці м'якої озимої.

Об'єкт дослідження: гетерозис F_1 і ступінь фенотипового домінування F_2 пшениці м'якої озимої.

Предмет дослідження: кількість зерен у головному колосі, реципрокні схрещування.

Методи дослідження: польові, лабораторгні і статистичні.

Наукова новизна дослідження. У реципрокних гібридів F_1 спостерігали помітні відхилення в типах реакцій, це вказувало на вплив цитоплазми материнської рослини. У гібридів першого покоління Акратос ↔ Балатон, для передачі ознаки кількості зерен з головного колоса слід використовувати сорт Акратос в якості материнського компонента, у всіх інших комбінацій – будь-який сорт, адже відмічено аналогічні типи реакцій прямих і зворотніх гібридів, це вказувало на успадкування через ядерний апарат.

Практичне значення отриманих результатів. За кількістю зерен у головному колосі кращою була комбінація Квітка полів ↔ Смуглянка МІП Княжна ↔ Колоніа і Муза Білоцерківська ↔ Мідас як за прямого так і за зворотнього схрещування відмічали високе наддомінування від +1,8 до +14,7 %, та високі показники гіпотетичного й істинного гетерозису від +3,1 до +37,3 %, також відмічено високий ступінь трансгресії у F_2. Рекомендуємо добір кращих генотипів у подальших поколіннях.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Господарське значення озимої м'якої пшениці.

Пшениця виступає головною зерновою культурою планети. Вона успішно культивується від північних регіонів аж до південних кордонів Африки та Америки, охоплюючи близько 17 % загальної площі орних земель світу [7]. Для 35 % населення земної кулі вона слугує базовим харчовим продуктом, а також ключовим джерелом білка та калорій [8].

В аграрному секторі України пшениця утримує лідерські позиції: понад половина вітчизняних агропідприємств спеціалізується на її вирощуванні, а на її частку припадає від 40 до 50 % загального обсягу зернового виробництва. Попри те, що яра пшениця потенційно здатна формувати зерно вищої якості, в Україні беззаперечно домінує озима форма, за останнє десятиліття частка озимини становила близько 95,3 % від загального врожаю культури [9].

Як одна з найдавніших культур, окультурених ще в період 10–15 тисячоліть до нашої ери, пшениця нині поширена на всіх п'яти континентах. Пшеничний хліб є основою раціону харчування більшості народів світу завдяки унікальному й збалансованому хімічному складу зерна. Вміст білка в зерні м'якої пшениці залежно від сортових особливостей і умов вирощування становить у середньому 13–15 %. Із хлібом людина забезпечує до 50 % надходження білків і вуглеводів, 70–80 % добової потреби у вітаміні (тіаміні), значну частку вітамінів, а також комплекс макро- і мікроелементів [10].

Зокрема, споживання 400–500 г пшеничного хліба та хлібобулочних виробів задовольняє приблизно третину загальної добової потреби людини в їжі, половину потреби у вуглеводах, третину у повноцінних білках, на 50–60 % покриває потребу у вітамінах групи В, на 80 % у вітаміні Е, майже повністю забезпечує організм фосфором і залізом та на 40 % кальцієм. За

своїми смаковими якостями, поживністю та ступенем засвоюваності пшеничний хліб перевершує вироби з інших злаків. Окрім хлібопечення, зерно пшениці широко використовується у круп'яній, кондитерській і макаронній промисловості, а також слугує цінною сировиною для виробництва спирту, крохмалю та декстрину [6].

Особливим попитом на ринку користуються сорти пшениці спеціального призначення. Серед них вирізняється воскоподібна пшениця (так звана *вакс*і), ендосперм якої містить виключно амілопектин унаслідок генетичного блокування синтезу амілози. Крохмаль такої пшениці має на 10 °C нижчу температуру клейстеризації порівняно зі звичайними сортозразками. Борошно з таким крохмалем зберігає високу якість після циклів заморожування-розморожування тіста, що робить його ідеальною сировиною для виробництва високоякісної локшини. Крім того, крохмаль пшениці *вакс*і ефективніше трансформується у спирт. Фахівці харчової промисловості також зазначають, що в індустріально розвинених країнах преміальні кондитерські вироби виготовляють із борошна, отриманого з помільного зерна спеціальних м’якозерних сортів категорії *soft*.

Зокрема, у США зареєстровано понад 70 сортів кондитерської пшениці *soft*, а щорічні обсяги виробництва зерна для кондитерської галузі становлять 13–16 млн тон. Такі сорти незамінні для виготовлення печива та бісквітів завдяки низькій водопоглинальній здатності борошна й оптимальним показникам числа падіння. Окрему цінність становлять білозерні сорти пшениці, які дозволяють випікати висівковий хліб високої харчової цінності, зберігаючи при цьому білий колір м'якуша [12].

Хліб із борошна білозерної пшениці за білизною та товарним виглядом не поступається традиційним хлібобулочним виробам із червонозерних сортів, проте містить значно більшу концентрацію біологічно активних речовин, корисних для здоров'я. Водночас цінним джерелом вітамінів і макро- та мікроелементів є сорти чорнозерної пшениці [13].

Унікальним джерелом вітамінів та природних антиоксидантів слугує сік із молодих проростків пшениці. Доведено, що лише 28 г такого соку за концентрацією вітамінів і мінералів еквівалентні 1 кг свіжих овочів. Він містить більшість необхідних для повноцінної життєдіяльності людини нутрієнтів, включно з дефіцитним вітаміном B_{12} [13].

Вагомою є й кормова цінність культури. Пшеничні висівки є висококонцентрованим кормом для всіх видів сільськогосподарських тварин, причому вміст перетравного протеїну в них у 1,5 раза перевищує цей показник у зерні ячменю. Подрібнена й запарена або хімічно оброблена солома охоче споживається великою рогатою худобою та вівцями: у 100 кг соломи міститься 0,5–1,0 кг перетравного протеїну та 20–22 кормові одиниці. Окрім цього, солому використовують як підстилковий матеріал, а також у виробництві паперу й художніх виробів [6].

Темпи приросту світового виробництва пшениці упродовж останньої чверті минулого століття були загалом високими й збільшилися приблизно в 1,8 раза. Це стало наслідком розгортання наприкінці 1970-х років «зеленої революції», коли завдяки досягненням мексиканської селекції було створено високопродуктивні короткостеблі сортозразки інтенсивного типу, що набули надзвичайно широкого поширення в багатьох країнах, передусім у Південно-Східній Азії [6, 14].

Нині в окремих країнах активно проводяться дослідження зі створення генетично модифікованих сортів пшениці, стійких до абіотичних і біотичних стресорів або з оптимізованими технологічними й харчовими характеристиками [15].

Протягом останнього десятиліття врожайність та загальні обсяги виробництва зерна пшениці в Україні продемонстрували суттєве прискорення темпів зростання. Зокрема, вітчизняні аграрії досягли рекордного показника середньої врожайності культури, що стало можливим переважно завдяки синергетичному ефекту від застосування новітніх

агрохімічних розробок та впровадження високопродуктивних сортів нового покоління [16].

Водночас перед сучасними селекціонерами постають нові виклики, які вимагають постійної адаптації стратегій селекційного процесу:

1) Модернізація агротехнологій: постійне вдосконалення технологій вирощування зумовлює потребу в створенні генотипів із чітко детермінованими генетичними характеристиками.

2) Зміни довкілля та фітопатогенного фонду: циклічні коливання кліматичних умов, еволюція популяцій шкідливих організмів в агроценозах і розширення ареалів вирощування вимагають від нових сортів високого рівня адаптивності до незвичних умов та агресивних рас патогенів і шкідників.

3) Ринкові та споживчі вимоги: зміни в уподобаннях кінцевих споживачів і специфічні технологічні запити переробної промисловості суттєво впливають на пріоритети селекції [6,17].

Фундаментальний ключ до розв'язання глобальної проблеми продовольчої безпеки полягає не в екстенсивному розширенні посівних площ, а в інтенсифікації та вдосконаленні агровиробництва на вже наявних землях. Досягти цього можна завдяки впровадженню інноваційних методів землекористування й інтродукції вдосконажених сортів, здатних ефективно протистояти біотичним і абіотичним стресам (посухам, дефіциту вологи, деградації ґрунтів, несприятливим умовам зимівлі), а також через розробку новітніх селекційних методологій, формування високоякісного вихідного матеріалу та підтримку високих стандартів насінництва [18].

1.2. Значимість сортів м'якої озимої пшениці для нарощування обсягів виробництва зерна та селекційні завдання.

Ефективність практичної селекції значною мірою зумовлена ступенем генетичного різноманіття вихідного матеріалу. Упродовж останніх років спостерігається критичне звуження генетичного багатства сортів м'якої озимої пшениці, що зумовлює низку негативних наслідків. Однією з передумов цього процесу у світовій агрономічній практиці є обмежене використання порівняно невеликої кількості найбільш інтенсивних сортів м'якої пшениці та їхнє масове залучення до схем гібридизації з метою створення нового вихідного матеріалу для селекційної роботи [19].

Розуміння сучасного стану та перспектив розвитку будь-якої наукової галузі неможливе без глибокого аналізу її історичного становлення. Досягнення селекції зернових культур відіграють вагому роль у вирішенні глобальної проблеми забезпечення людства продуктами харчування зернового походження. Згідно з даними наукових джерел, частка селекційного внеску у загальний приріст урожайності сягає 40–50 %, а по окремих сільськогосподарських культурах до 80 %. Водночас генетичний потенціал сучасних сортів пшениці в середньому реалізується лише на 45 %. Відповідно до результатів досліджень фахівців НААН України, максимальний рівень реалізації потенційної продуктивності озимої пшениці на рівні до 85 % фіксується лише в окремих господарствах [20].

Україна посідає чіткі лідерські позиції на глобальному аграрному ринку. Зокрема, вона вийшла на третє місце у світі за обсягами експорту зернових культур. За умови залучення достатніх інвестицій в аграрний сектор держава здатна відігравати ключову роль у подоланні проблеми світового дефіциту продовольства. Згідно з прогнозними оцінками Організації Об'єднаних Націй та Організації економічного співробітництва і розвитку до 2026 року, за темпами приросту сільськогосподарського виробництва Україна поступатиметься виключно Бразилії, випереджаючи при цьому Китай та Індію. Виключно завдяки підвищенню врожайності до

середньоєвропейського рівня вітчизняне виробництво зерна може бути доведене до 100 млн тонн, тобто подвоєне, тоді як обсяги експорту перевищуватимуть 50 млн тонн. Проте для досягнення зазначених показників першочергово необхідним є визнання аграрного сектору та зерновиробництва ключовими пріоритетами національної економіки, створення високопродуктивних сортів зернових культур, найбільш адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов України, розробка інноваційних технологій їх вирощування та забезпечення повного ресурсного супроводу виробничих процесів [21].

Слід констатувати, що на теперішньому етапі технологічне відставання вітчизняного зерновиробництва від держав із високорозвинутим аграрним сектором залишається суттєвим. Виробництво зерна озимої пшениці було і залишається базовою галуззю сільського господарства України. Програшні позиції нашої держави зумовлені переважно ігноруванням науково обґрунтованих технологій вирощування зернових культур, зокрема пшениці. Зокрема, урожайність зернових в Україні варіювала від 1,82 т/га до 3,46 т/га, що у 2–3 рази поступається показникам європейських країн. Залежно від погодних умов валові збори зерна за цей період коливалися від 20,2 млн тонн до 53,3 млн тонн, змінюючись у 2,6 раза. Варто пам'ятати, що гарантією продовольчої безпеки є стабільна врожайність зернових культур, насамперед озимої пшениці. Низька культура землеробства, спричинена недостатнім фінансуванням, зумовлює високу залежність показників урожайності та валових зборів від несприятливих погодних факторів. З метою інтеграції до лав високорозвинених держав світу в Україні дедалі гостріше постає потреба переведення аграрного виробництва на інноваційну модель розвитку, у зв'язку з чим в останні роки проблематиці трансферу інновацій в агропромисловий комплекс присвячено чимало наукових праць [22,23].

Водночас генетичний потенціал продуктивності новітніх сортів-інновацій озимої пшениці миронівської селекції є суттєво вищим і досягає 10,0 т/га. Фактична середня врожайність озимої пшениці коливалася в межах

від 1,41 т/га до 2,7 т/га, що свідчить про значне падіння врожайності в державі порівняно з 1990 роком (4,02 т/га). Отже, рівень реалізації генетичного потенціалу врожайності озимої пшениці у виробничих умовах у середньому по Україні становив від 14,1 до 30,4 %. До основних із них належать такі:

− недотримання науково обґрунтованих сівозмін;

− недостатні обсяги внесення мінеральних та органічних добрив;

− неналежний рівень захисту зернових культур від бур'янів, хвороб і шкідників;

− недостатній рівень технологічного забезпечення виробничих процесів;

− несвоєчасне проведення технологічних операцій з вирощування та збирання врожаю.

Обсяги внесення мінеральних добрив скоротилися зі 141 кг/га діючої речовини до 37 кг/га, тобто у 3,8 раза, тоді як застосування органічних добрив зменшилося з 8,6 т/га до 0,6 т/га, тобто у 14 разів [24].

Зазначено низку додаткових чинників, які зумовлюють низький ступінь реалізації генетичних можливостей продуктивності сортів озимої пшениці в Україні, серед яких слід виокремити такі:

− недосконаліть кредитної системи та високі процентні ставки за кредитами для агропромислового комплексу України;

− наявність диспаритету цін на продукцію промислового та сільськогосподарського походження;

− найнижчий рівень заробітної плати в сільській місцевості та дефіцит висококваліфікованих кадрів для забезпечення аграрного виробництва;

− недостатній рівень наукового супроводу трансферу інновацій у сільськогосподарське виробництво;

− низький рівень рентабельності або збитковість виробництва зерна, що унеможливлює здійснення розширеного відтворення та забезпечення зростання врожайності й валових зборів зернових в Україні;

− поступове скорочення поголів'я великої рогатої худоби, свиней, овець і кіз в Україні, що призводить до суттєвого зменшення кількості робочих місць у сільській місцевості, зниження обсягів виробництва та внесення органічних добрив, а також до зростання собівартості зернової продукції через збільшення питомої ваги застосування дорогих синтетичних мінеральних добрив [6,10].

З огляду на суттєве зростання вартості ключових матеріально-технічних ресурсів, що визначають економічну ефективність вирощування зернових, у перспективі постає необхідність оптимізації обсягів застосування мінеральних добрив шляхом їх часткового заміщення сидеральними культурами, мікробіологічними препаратами, ростовими стимуляторами та мікродобривами на хелатній основі.

Беручи до уваги глобальні тенденції та гостру потребу у підвищенні коефіцієнта енергетичної ефективності в умовах недостатнього зволоження, дедалі більшого поширення набуватиме технологія прямої сівби зернових культур із використанням широкозахватних комбінованих посівних комплексих агрегатів. Це дозволить, незважаючи на високу вартість подібної техніки, гарантувати проведення сівби в агротехнічно оптимальні строки [25].

Водночас необхідно забезпечити цільове спрямування фінансових надходжень від реалізації зерна на потреби розвитку зерновиробництва. Важливим аспектом залишається і виробництво продукції без суттєвих втрат її якісних характеристик, що вимагає безперервного вдосконалення режимів зберігання насіннєвого матеріалу, а також збереження генетичних ресурсів культурних рослин як базового вихідного матеріалу для селекції нових сортів [26].

1.3. Методи формування вихідного матеріалу в селекції м'якої озимої пшениці.

Вихідний матеріал (сорти, гібриди), створений ученими та практиками, розглядається як основний засіб виробництва, штучно сформований працею видатних селекціонерів. Для успішного вирішення завдань зі створення та впровадження нових сортів озимої пшениці у виробництво необхідно постійно розробляти нові й удосконалювати наявні селекційні методи, спрямовані на підвищення та стабілізацію потенціалу продуктивності культури [27].

Удосконалення методології досліджень, залучення нового вихідного матеріалу та ретельно організовані випробування дали змогу селекціонерам подолати основних збудників захворювань [28]. Створення міжвидових гібридів із залученням форм із різним хромосомним набором дозволило істотно підвищити їхню стійкість до дії абіотичних і біотичних чинників навколишнього середовища [29].

Видатними селекціонерами В. Я. Юр'євим, П. П. Лук'яненком, В. М. Ремеслом, Ф. Г. Кириченком, А. А. Горлачем та іншими закладено міцний фундамент для селекції і насінництва високопродуктивних сортів та гібридів польових культур в Україні. Використовуючи їхній величезний досвід, сучасна плеяда генетиків і селекціонерів: С. П. Лифенко, М. А. Литвиненко, Л. А. Бурденюк-Тарасевич, С. П. Васильківський, В. В. Моргун, В. А. Базалій, В. В. Орлюк, Ю. О. Лавриненко, В. І. Дідусь, М. І. Єльніков, О. Л. Животков, В. В. Шелепов, В. А. Власенко, М. П. Чебаков, О. В. Бабаянц та інші досягли значних успіхів у створенні високопродуктивних сортів озимої пшениці з високим рівнем резистентності проти хвороб і шкідників, високою якістю продукції, вигідним насінництвом та адаптацією до біотичних і абіотичних чинників довкілля. Протягом останніх років вітчизняні селекціонери різними селекційними методами вивели низку сортів м'якої озимої пшениці за різними господарсько цінними ознаками для окремих зон

вирощування (Степу, Лісостепу і Полісся) та для різних форм господарювання [30-32].

Формування врожаю є складним багатоступінчастим процесом, у якому задіяно чимало взаємозалежних генетично детермінованих явищ на всіх етапах органогенезу, що перебувають під впливом комплексу зовнішніх чинників. Взаємодія продуктів диференціальної активності генів в онтогенезі проявляється у вигляді конкретних морфогенетичних ефектів, таких як морфологічні, фізіологічні ознаки та елементарні адаптивні реакції, котрі є етапами ланцюга спадкової реалізації генотипу і зрештою відображаються в кількісних та якісних характеристиках, специфічних для конкретної цілісної системи. Порівняно задовільне зростання врожайності впродовж останніх 50 років, з погляду суспільних потреб, було забезпечене завдяки використанню практично всього наявного арсеналу селекційних методів. Селекція на підвищення продуктивності залишається одним із найскладніших завдань через надзвичайну складність і комплексність цього показника [33,34].

Кожне оновлення сорткового складу супроводжується підвищенням продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема м'якої озимої пшениці. Подібна тенденція обумовлена генетико-селекційним удосконаленням рослинного організму, що передбачає трансформацію морфотипу та зміну інтенсивності протікання фізіолого-біохімічних реакцій. Протягом сторічної історії розвитку наукової селекції пшениці виділяють кілька ключових етапів, що різняться методологією формування вихідної бази [35].

На початкових етапах розвитку наукової селекції як вихідний матеріал використовували аборигенні сорти-популяції, за допомогою методів масового, а згодом і індивідуального відбору створювали нові сорти. Хоча вони не вирізнялися надзвичайно високим потенціалом урожайності, проте утримували резистентність до несприятливих чинників довкілля на рівні первинних популяцій, а окремі з них вирізнялися покращеними показниками якості зерна та забезпечували річну стабільність зборів. Проте резерви

подальшого збільшення продуктивності сортів пшениці, які отримували шляхом прямого відбору з місцевих популяцій, виявилися вичерпаними [36].

З метою покращення сортових характеристик пшениці вперше було залучено міжвидове та міжродове схрещування у відділі селекції Одеської дослідної ділянки, заснованої у 1912 році, яку у 1918 році перетворили на Одеську селекційну станцію, а у 1928 році на Український генетико-селекційний інститут. Саме в цій установі було створено та широко апробовано перші вітчизняні сорти пшениці Земка, Кооператорка, Степнячка [6,37].

Варто також наголосити, що наукові розвідки присвячені вивченню впливу природного добору в популяціях культурних рослин, суттєво розширили розуміння генетичних механізмів сортозміни. До класичного арсеналу світової селекційної практики назавжди увійшли запропоновані ним методи чистолінійного відбору, провокаційні методи (тестування на посухо- та морозостійкість), прийоми математичної обробки експериментальних матеріалів, а також базові елементи методології проведення польових досліджень [38,39].

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України (ІР) перші селекційні дослідження були започатковані у 1910 році. Одним із основоположників вітчизняної селекційної науки став видатний учений-селекціонер В. Я. Юр'єв. Він надавав першорядного значення формуванню колекцій вихідного матеріалу, підбору батьківських компонентів для гібридизації, а також розробці методології випробування ліній, гібридів і сортів на різних стадіях селекційного процесу. Ученим було доведено переваги методу індивідуального відбору чистих ліній із місцевих популяцій пшениці над малоефективними прийомами масового добору. Саме цим методом під керівництвом В. Я. Юр'єва було виведено низку цінних високопродуктивних сортів ярої й озимої пшениці, ячменю, жита та кукурудзи, які знайшли широке застосування у виробництві. На початкових

етапах досліджень для найкращих селекційних зразків озимої пшениці застосовували саме метод масового відбору [40].

Головним методом селекційної роботи і був і залишається індивідуальний відбір за сукупністю позитивних ознак: урожайністю, якісними характеристиками зерна, зимостійкістю та скоростиглістю. Завдяки використанню цього методу було виведено більшість рекомендованих до виробничого вирощування сортів сільськогосподарських культур [41,42].

Проблематика генетичного забезпечення адаптивного потенціалу озимої пшениці перебуває в центрі уваги багатьох дослідників, проте чимало аспектів залишаються дискусійними та потребують подальшого наукового опрацювання.

1.4. Вихідний матеріал для селекції м'якої озимої пшениці.

Провідним чинником еволюції рослинного світу виступають гібридні новоутворення, зокрема в селекційному процесі озимої пшениці. Селекція являє собою керовану людською волею еволюцію, що базується на відборі рослин за новими ознаками, спричиненими генетичними трансформаціями, та розпочинається саме з формування вихідної бази [43,44].

Успішна робота селекціонера неможлива без ґрунтовних знань щодо походження певної культури та її морфологічних особливостей. Практична реалізація селекційних програм, головною метою яких є розв'язання продовольчих, загальноекономічних, екологічних і соціальних завдань, вимагає наявності надійної джерельної бази вихідного матеріалу [45].

Селекційний процес вимагає безперервного поповнення вихідної бази за рахунок невичерпного джерела генетичного розмаїття цінних господарських ознак та властивостей. Селекція неодноразово підтверджувала пріоритетну роль у нарощуванні виробництва ключових зернових культур, зокрема пшениці [46,47].

Унаслідок тривалої селекційної роботи широке поширення обмеженого кола генотипів спричинило звуження генетичного різноманіття

культивованих сортів пшениці та втрату ними важливих алелів стійкості до абіотичних і біотичних факторів довкілля. Задля відновлення та збагачення генетичного фонду культури активно застосовується віддалена гібридизація з дикими родичами, які акумулюють колосальний резерв цінних господарських властивостей. Пошук і залучення джерел необхідних ознак у селекції м'якої пшениці значною мірою спираються на використання генофонду культурних і диких злакових видів та родів, котрі впродовж еволюції внаслідок природного добору виробили здатність ефективно протистояти несприятливим чинникам довкілля [48].

Загальновідомо, що чимало диких споріднених видів озимої пшениці вирізняються високими показниками посухо-, жаро- та морозостійкості, стійкістю проти низки небезпечних патогенів, підвищеним вмістом білка в зерні та іншими господарсько цінними якостями. Практика застосування віддалених схрещувань для формування селекційного матеріалу налічує понад століття та відзначається вагомими досягненнями. Інтрогресивні схрещування стимулюють інтенсивний формотворчий процес, що розгортається впродовж низки поколінь і відкриває широкі можливості для цілеспрямованого добору матеріалу на підвищену продуктивність, морозостійкість та резистентність до основних комплексів збудників хвороб [49-52].

Поряд із підвищенням резистентності рослин пшениці до дії несприятливих факторів довкілля вкрай важливо протидіяти й іншій глобальній загрозі це збідненню біорізноманіття. У зв'язку з цим виникає необхідність ретельного аналізу результативності селекційних методів та їх застосування під час виведення нових сортів озимої пшениці з урахуванням сучасних кліматичних реалій [48,53].

Розробка теоретичного базису та вдосконалення селекційної методології виступають ключовими чинниками прискореного створення новітніх сортів із високим потенціалом продуктивності й якості зерна. Необхідно поглиблювати дослідження озимої пшениці щодо функціонування

фізіологічних механізмів домінуючих ознак резистентності до абіотичних (зимо-, морозо- та посухостійкість) і біотичних (стійкість до патогенів) чинників навколишнього середовища, а також розгортати молекулярно-генетичне маркування (однорідність, якісні параметри зерна тощо) [54-56].

Найвідповідальнішим завданням селекціонерів залишається виведення сортів із високим генетичним потенціалом урожайності та якості зерна в поєднанні з оптимальною нормою реакції на мінливі екологічні умови, що гарантує максимальну реалізацію потенційних можливостей сортового організму. Створення таких генотипів є складним процесом, який вимагає багаторічної праці дослідників [57].

В умовах ринкової економіки вимоги виробництва до сортів стають дедалі більш різноспрямованими. З огляду на різну здатність господарств підтримувати високий чи низький рівень технологічного забезпечення, селекційним установам необхідно заздалегідь визначати характер реакції генотипів на різноманітні екологічні умови та їхню чутливість до агрофонів [58].

Зважаючи на зазначене, вирішальне значення для отримання стабільних валових зборів зерна мають саме високоадаптивні сорти, наділені потужним генетичним потенціалом продуктивності [59].

Оцінювання селекційної цінності гібридних комбінацій озимої пшениці розпочинається з раннього тестування (F_1) і триває у наступних розщеплюваних поколіннях із застосуванням систематичного добору. Дослідження фенотипового прояву генотипів ускладнюється тим, що переважна більшість господарсько цінних ознак є кількісними, підпорядкованими полігенному контролю та схильними до модифікаційної мінливості під впливом чинників довкілля [60].

За умови достатньої генетичної дивергенції батьківських форм у F_1 виникає ефект гетерозису, який проявляється в підвищенні адаптивності, продуктивності, життєздатності та стійкості гібридів до абіотичних і біотичних стресорів [61]. Максимальний гетерозисний ефект зафіксовано при

залученні до гібридизації еколого-географічно віддалених генотипів, що підтверджує пряму залежність між ступенем генетичної дивергенції батьківських компонентів та вираженістю гетерозису у нащадків [62].

Розробка селекційних програм для створення високопродуктивних сортів має базуватися на аналізі спадкової детермінації ознак. З'ясування закономірностей успадкування та фенотипової реалізації властивостей у конкретних гідротермічних умовах забезпечує об'єктивне прогнозування результатів комбінаційної селекції [63].

Розуміння закономірностей формотворчого процесу у гібридних популяціях підвищує ефективність добору, дозволяючи своєчасно елімінувати малоцінний матеріал та зберегти перспективні генотипи. Особлива увага приділяється аналізу гетерозису, ступеню фенотипового домінування та типу успадкування кількісних ознак у F_1 [64].

Необхідність інтенсифікації селекційного процесу диктує потребу в комплексному вивченні фенотипової мінливості, успадковуваності та кореляційних зв'язків. Гібридологічний аналіз у системі «батьки–нащадки» дає змогу дати об'єктивну оцінку характеру успадкування, встановити ефект гетерозису та визначити ступінь фенотипового домінування [65].

Більшість морфофізіологічних параметрів продуктивності контролюються полімерними системами генів, що ускладнює їх аналіз через високу середовищну мінливість. Для діагностики гібридів на ранніх етапах застосовують показник ступеня фенотипового домінування, який дає змогу не лише оцінити рівень вираження ознаки порівняно з батьківськими формами, а й встановити співвідношення адитивних та неадитивних ефектів генів [66].

За адитивної дії генів генотипова варіанса є адитивною, а фенотипове значення ознаки максимально наближається до генотипового. У F_1 це зумовлює проміжне успадкування, тоді як у F_2 внаслідок розщеплення виникає чітка диференціація між гомозиготами за домінантними та рецесивними алелями, що дає змогу ефективно проводити добір за

фенотипом за однорідного фону вирощування. Водночас у системі діалельних схрещувань у F_1 за успадкування кількісних ознак переважно домінують неадитивні ефекти (зокрема наддомінування), хоча для окремих сортів і ознак вирішальну роль можуть відігравати адитивні генетичні ефекти [67].

Огляд наукової літератури свідчить про широке використання показника ступеня фенотипового домінування при оцінюванні вихідного та гібридного матеріалу на ранніх етапах селекційного процесу пшениці озимої, жита, тритикале, ячменю та ріпаку. Результати таких досліджень підтверджують ефективність застосування цього критерію для цілеспрямованого добору батьківських пар та експрес-оцінки гібридних популяцій [68].

Ступінь фенотипового домінування є важливим генетико-статистичним параметром, що відображає специфіку успадкування кількісних ознак. Для гібридних комбінацій, які в F_1 характеризуються позитивним наддомінуванням за елементами продуктивності, існує висока ймовірність виділення в F_2 трансгресивних форм із показниками, вищими за батьківські компоненти. Домінування типу «позитивне наддомінування» та «часткове позитивне домінування» в F_1 свідчить про сприятливий характер генних перекомбінацій, що зберігатиметься у наступних поколіннях і слугуватиме генетичним підґрунтям для ефективного добору цінних трансгресій. Саме тому на початкових етапах добір елітних рослин здійснюють за ознаками з високим рівнем успадковуваності [69, 70].

Ідентифікація типів успадкування стійкості до вилягання в F_1 дозволяє з'ясувати особливості її генетичного контролю й розробити оптимальну схему доборів у розщеплюваних популяціях [71].

Урожайність як складна інтегральна ознака з полігенною детермінацією залежить не лише від генотипу батьківських форм, а й від гідротермічних умов вегетації. З огляду на це, оцінювання типів

успадкування має об’єктивний характер лише за умов прив'язки до конкретного генетичного матеріалу та умов середовища [72].

Селективно цінним є добір за довжиною колоса відносно стабільною сортовою ознакою, що характеризується високою успадковуваністю й переважно детермінується за типом позитивного наддомінування. При використанні реципрокних схрещувань для цієї ознаки найчастіше спостерігається проміжне успадкування з вираженим материнським ефектом цитоплазми довгоколосих форм [73, 74].

Основна складність підвищення імунітету сортів полягає у високому поліморфізмі патогенів та їхній швидкій адаптації до нових генотипів і умов довкілля. Для підвищення стійкості до фітопатогенів недостатньо лише залучати до гібридизації стійкі батьківські форми необхідні попередній аналіз генетичної природи стійкості, урахування расового складу патокомплексу та дослідження чинників середовища, що модулюють імунну відповідь. Відповідно, створення й впровадження сортів м'якої озимої пшениці з комплексною стійкістю є найбільш екологічно доцільним та економічно ефективним фактором стабілізації врожайності [75, 76].

Зазначені теоретичні принципи не вичерпують усіх методологічних підходів добору батьківських пар. У практичній селекційній роботі з пшеницею озимою вони постійно поглиблюються, трансформуються та адаптуються відповідно до конкретних цілей селекційної програми.

РОЗДІЛ 2
ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Грунтово - кліматичні умови

Дослідження проводилися впродовж 2025-2026 рр. в умовах дослідного поля Навчально виробничого центру (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ) Київської області, що знаходиться в центрі північної частини Лісостепу України.

Грунт дослідної ділянки - чорнозем типовий мало гумусний крупнопилувато-середньо суглинкового гранулометричного складу, який займає 84 % земельних угідь господарства. Вміст гумусу (за Тюріним) - 3,24 %; гідролітична кислотність - 2,5 мг-екв на 100 г абсолютно сухого грунту; сума ввібраних основ - 17,9 мг-екв/100 г ґрунту; лужногідролізований азот (за Корнфілдом) - 109,1 мг/кг; рухомий фосфор (за Чиріковим) - 184,3 мг/кг; обмінний калій (за Чиріковим) - 96,2 мг/кг ґрунту, pH - сольової витяжки - 6,2-6,3.

Якість орного шару ґрунту за класифікаційною шкалою показує на те, що він має слабо кислу реакцію ґрунтового розчину (pH сол. 6,2-6,3) з середнім умістом гумусу, низьким рівнем забезпеченості рослин доступним азотом, високим рівнем забезпеченості рухомим фосфором та підвищеним вмістом обмінного калію.

Зона проведення досліджень характеризується помірно-теплим, помірно- вологим кліматом з сумою активних температур від 2616°С до 2645°С. Тривалість періоду із середньодобовою температурою повітря вище 10°С - 160-165 днів, а вище 15°С - 115 днів. Середньорічна температура повітря складає 7,5°С із значними коливаннями по місяцях. Найхолоднішим місяцем року є січень (-5,9°С), а найтеплішим - липень (19,0°С).

Зима починається в другій половині жовтня - на початку листопада. У холодні роки середня температура повітря може знижуватись до мінус 15^0С,

а в теплі підвищуватись до 0-5^{0}С. В теплі зими часто бувають відлиги, під час яких температура підвищується до 10^{0}С тепла, які чергуються з низькими температурами при незначному сніговому покриві.

Максимальна глибина промерзання ґрунту становить 150 см, середня 75 і найменша - 35 см. Температура ґрунту на глибині вузла кущіння озимих впродовж зими може змінюватись від 0 до мінус 10°С в результаті різких коливань температури, промерзання ґрунту і нестійкого снігового покриву. В окремі зими спостерігається ушкодження озимих від вимерзання, випрівання, видування, випирання, крижаної кірки чи спільної дії цього комплексу факторів.

Важливим кліматичними фактором є вологозабезпеченість. Сума опадів (норма) у зоні складає 562 мм за рік, за вегетаційний період 320-450 мм. Проте впродовж вегетаційного періоду опади розподіляються досить нерівномірно: улітку їх буває значно більше, ніж навесні й восени. Так найбільше дощів випадає в червні й липні (відповідно 73 і 85 мм) і якраз вони впливають на формування якісного насіння озимої пшениці. В цілому за вегетаційний період випадає, приблизно, 65 % від річної норми, що цілком забезпечує вологою пшеницю озиму.

Початок весняної вегетації починається в більшості років у другій половині квітня і закінчується до кінця третьої декади травня. Заморозки закінчуються наприкінці квітня - початку травня. Досить часто відбувається зниження відносної вологості повітря до 50 % і нижче.

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.

Метеорологічні умови 2024/25 вегетаційного року.

Гідротермічні умови осіннього періоду 2024 р. характеризувалися певними відхиленнями від середніх багаторічних показників. Перша та друга декади вересня відзначалися підвищеним температурним режимом (перевищення норми на 2–3 °С) та дефіцитом опадів. Позитивним чинником осінньої вегетації стало випадання достатньої кількості опадів у третьому декадному проміжку вересня (33,2 мм), першій та другій декадах жовтня (загалом 74,4 мм), а також у першій половині листопада (34,1 мм). Це сприяло оптимізації запасів продуктивної вологи в ґрунті. Рослини увійшли в зимовий період у фазі кущіння, хоча й дещо поступалися за обсягом сформованої вегетативної маси порівняно з типовими середньорічними значеннями. За період зимового спокою сума опадів становила 74,1 мм (71,2 % від кліматичної норми).

Відновлення весняної вегетації озимини зафіксовано 28 лютого, що на два тижні випередило середньостатистичні терміни. 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 2025/26 вегетаційного року.

На момент сівби ресурси продуктивної вологи у посівному шарі ґрунту були лімітуючими для отримання повноцінних сходів. Припинення осінньої вегетації зафіксовано 13 листопада, що на 10 днів випередило середньостатистичні терміни.

Сума опадів за грудень – січень перевищила кліматичну норму на 29,5 мм, оптимізувавши ґрунтові вологозапаси. Тимчасові відлиги наприкінці січня та у першій половині лютого спровокували відновлення слабкої вегетації, під час якої у рослин із фазою 3–5 пагонів спостерігалося утворення додаткового пагона кущіння. Процес перезимівлі загалом минув задовільно.

Остаточне відновлення весняної вегетації відбулося 4 березня, що на 12 днів раніше середніх багаторічних показників. 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:

- провести аналіз успадкування ознаки «кількість зерен у головному колосі» пшениці озимої
- встановити ступінь гетерозису і фенотипового домінування у міжсортових гібридів F_1
- встановити ступінь і частоту трансгресії у F_2

Завданням досліджень:

- опрацювати необхідну кількість літературних джерел за темою роботи;
- провести фенологічні спостереження за розвитком рослин пшениці озимої протягом вегетації, підібрати батьківські пари для схрещування;
- провести гібридизацію сортів пшениці озимої;
- провести структурний аналіз господарсько-цінних ознак пшениці озимої;
- проаналізувати успадкування господарсько цінних ознак та прояв гетерозису у міжсортових гібридів F_1 та розщеплення в F_2 пшениці м'якої озимої.

3.2. Схема досліду та методики досліджень.

Експериментальну частину виконано в однофакторному польовому досліді на ділянках площею 1 м² у триразовій повторності. Сорти колекції пшениці озимої висівалися вручну під маркер, трьома рядками довжиною 1 м кожен з міжряддям 0,20 м у трьохразовій повторності з розрахунку 100 зерен на погонний метр. Стандарт висівався у кожному повторенні.

Елементи структури врожаю визначали за загальноприйнятою методикою [77]. Для гібридизації проводили ручну кастрацію квіток, які в

подальшому запилювали обмежено-груповим методом за загальноприйнятою для озимої пшениці методикою.

Гібридні популяції F_1 висівали блоками з включенням батьківських і гібридних (F_1) форм ($P_1 – F_1 – P_2$) з площею живлення для кожної рослини 10×20 см.

Прояв гетерозису у гібридів F_1 визначали за формулами:

$$\mathbf{Ht\ (\%) = (F_1 – MP)/MP \times 100,} \quad \mathbf{(1)}$$

$$\mathbf{Hbt\ (\%) = (F_1 – BP)/BP \times 100,} \quad \mathbf{(2)}$$

де: **Ht –** гіпотетичний гетерозис;

Hbt – істинний гетерозис;

F_1 - середнє арифметичне значення ознаки у гібрида;

MP – середнє арифметичне значення показника обох батьківських форм;

BP – найвищий прояв ознаки одного з батьків.

Ступінь фенотипового домінування у гібридних комбінаціях за елементами структури врожаю визначали за формулою B. Griffing:

$$\mathbf{hp = (F_1 – MP)/(BP – MP),} \quad \mathbf{(3)}$$

де: **hp** – ступінь домінування;

F_1 – середнє арифметичне значення показника у гібрида;

MP – середнє арифметичне значення показника обох батьківських форм;

BP – найвищий прояв ознаки одного з батьків.

Діапазон, в якому лежить показник домінантності (hp), охоплює будь які значення від - ∞ до + ∞.

Дані групували за класифікацією:

Клас домінування	***Числове значення hp***
Гетерозис (наддомінування)	$hp > +1$
Часткове позитивне домінування	$+0,5 < hp \leq +1$
Проміжне успадкування	$-0,5 \leq hp \leq 0,5$
Часткове від’ємне успадкування	$-1 \leq hp < -0,5$
Депресія	$hp < -1$

Статистичну обробку результатів досліджень проводили на ПК методами варіаційної статистики, регресійного та дисперсійного аналізу [78]. Математичну обробку одержаних результатів досліджень проводили шляхом дисперсійного аналізу однофакторного польового досліду з використанням пакета прикладних програм Statistica 7.0 та «Microsoft Exel 2010».

Трансгресію кількісних ознак у F_2 визначали за формулами:

Ступінь трансгресії:

$$Тс = 100 \times \frac{Пг - Пр}{Пр} \quad \textbf{(4)}$$

де ***Тс*** - ступінь трансгресії в %,

Пг – максимальне значення ознаки у гібриду,

Пр - максимальне значення ознаки у кращого батьківського компонента.

Частота трансгресії:

$$Тг = \frac{А \times 100}{Б} \quad \textbf{(5)}$$

де ***Тг*** – частота трансгресії в %,

А – число гібридних рослин, переважаючих кращого з батьків,

Б – число проаналізованих за ознакою гібридних рослин в комбінації.

3.3. Характеристика сортів пшениці м’якої озимої.

Вихідним матеріалом для досліджень були сорти пшениці озимої. У дослідженнях було використано 8 сортів пшениці озимої м’якої, різних селекційних центрів. Коротка характеристика досліджуваних зразків наведена у табл. 3.1.

Матеріалом для досліджень були гібриди F_1, F_2 та сорти пшениці м’якої озимої отримані з Національного центру генетичних ресурсів рослин України (м. Харків): МІП Княжна, Муза Білоцерківська, Смуглянка, Квітка полів (Україна), Колоніа (Німеччина), Акратос (Чехія), Мідас, Балатон (Австрія), за стандарт використовували сорт Лісова пісня (Україна).

Таблиця 3.1. Характеристика досліджуваних сортів пшениці м’якої озимої

Сорт	Різновидність	Країна	Оригінатор
Лісова пісня (St)	Erythrospermum	UKR	Білоцерківська ДСС
МІП Княжна	Erythrospermum	UKR	МІП імені В.М. Ремесла
Колоніа	Lutescens	DEU	Лімагрейн
Балатон	Lutescens	AUS	Пробстдорфер Заатцухт
Акратос	Lutescens	DEU	Штрубе
Муза Білоцерківська	Lutescens	UKR	Білоцерківська ДСС
Мідас	Erythrospermum	AUS	Пробстдорфер Заатцухт
Квітка полів	Lutescens	UKR	Білоцерківська ДСС
Смуглянка	Erythrospermum	UKR	ІФРГ НААНУ

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Оцінка сортів пшениці м’якої озимої за основними господарсько-цінними показниками.

Науково обґрунтований добір батьківських компонентів для гібридизації виступає базовим фактором, що визначає ефективність селекційного процесу. Генетичний потенціал батьківських форм слугує матеріальним підґрунтям для конструювання нових генотипів, здатних комбінувати цінні ознаки обох вихідних ліній. Складність підбору батьківських пар зумовлена відсутністю прямого успадкування морфофізіологічних параметрів, оскільки в гібридному організмі відбувається рекомбіногенез, що спричиняє перекомбінацію генних комплексів у кожному наступному поколінні.

Успіх добору визначається можливістю ідентифікації рослин, у яких фенотипові зміни зумовлені саме генотиповою варіабельністю. У зв’язку з цим, вивчення закономірностей мінливості є фундаментальною основою вчення про вихідний матеріал як ключового розділу селекції. Методологія виділення цінних за селекційно-агрономічними властивостями форм потребує подальшого теоретичного обґрунтування та практичного вдосконалення.

Головним критерієм селекційної цінності сорту залишається його продуктивність – інтегральна полігенна ознака, формування якої в онтогенезі визначається складною взаємодією генних систем із чинниками довкілля через реалізацію окремих елементів структури врожаю. Зростання валового збору зерна забезпечується саме за рахунок оптимізації компонентів і субкомпонентів продуктивності пшениці озимої, які перебувають під модифікаційним впливом абіотичних і біотичних стресорів. Це зумовлює необхідність оцінювання селекційного матеріалу в умовах, максимально

наближених до виробничих, для достовірного виділення екологічно адаптованих генотипів.

Під час фітопатологічного та господарського оцінювання сортів пшениці озимої у 2025 р. за рівнем урожайності із одиниці площі виявлено суттєву диференціацію порівняно із сортом-стандартом Лісова пісня. Зокрема, сорт Мідас перевищував стандарт на 122 г/м^2, а сорт Балатон на 43 г/м^2. Сорти Акратос і Квітка полів демонстрували показники на рівні стандарту з неістотною математичною різницею. Водночас сорти Смуглянка, Колоніа, МІП Княжна та Муза Білоцерківська поступилися стандарту Лісова пісня за зерновою продуктивністю на 6–53 г/м^2, табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Характеристика сортів пшениці м'якої озимої за цінними господарськими ознаками та стійкістю до хвороб, 2025 р.

Сорт	Врожайність, г/м^2	± до стандарту, г/м^2	Висота, см	Тривалість вегетації, діб	Маса 1000 зерен, г	Стійкість до хвороб, бал		
						Бура іржа	Борошниста роса	Септоріоз
Лісова пісня(St)	194	-	76	240	46,4	6	6	4
МІП Княжна	161	-33	86	241	40,7	8	7	5
Колоніа	183	-11	94	244	42,9	5	6	6
Балатон	237	+43	89	238	49,4	8	7	5
Акратос	195	+1	84	242	45,3	7	7	6
Муза Білоцерківська	141	-53	72	244	38,6	6	8	6
Мідас	316	+122	92	240	52,6	7	5	5
Квітка полів	204	+10	87	240	47,0	6	8	6
Смуглянка	188	-6	72	232	46,2	7	7	6
$НІР_{05}$	16	-	5	3	0,3	-	-	-

Усі досліджувані сорти пшениці озимої відносилися до категорії середньорослих із коливанням висоти рослин у межах 72–94 см. За тривалістю вегетаційного періоду більшість сортозразків відповідали рівню сорту-стандарту й характеризувалися як середньостиглі. Винятком виявився сорт Смуглянка, який проявив ранньостиглість, розпочавши фазу колосіння на 8 діб раніше за стандарт.

За параметром крупності та виповненості зерна кращі результати продемонстрував сорт Мідас, маса 1000 зерен якого перевищувала показник стандарту на 6,2 г.

Фітопатологічна оцінка стійкості до бурої іржі, борошнистої роси та септоріозу дозволила диференціювати колекційний матеріал на групи з високою (8 балів), помірною (6–7 балів) стійкістю та слабкою сприйнятливістю (5 балів). Водночас за результатами моніторингу не виявлено жодного сортозразка з комплексною імунологічною стійкістю до зазначеної тріади патогенів.

4.2. Створення та добір вихідного матеріалу пшениці м’якої озимої.

Селекція являє собою керовану людиною еволюцію, що ґрунтується на цілеспрямованому доборі рослин за ознаками, зумовленими генотиповою мінливістю, і починається з конструювання вихідного матеріалу. Гібридогенез виступає одним із ключових рушійних факторів формотворення та еволюції рослин, у тому числі в селекції пшениці озимої.

Успішна реалізація селекційних програм диктує потребу в безперервному залученні нового вихідного матеріалу із джерел генетичного різноманіття господарсько цінних властивостей. Практична селекція довела свою вирішальну роль у забезпеченні стабільного виробництва провідних зернових культур. Результативність селекційного процесу, спрямованого на розв'язання продовольчих, економічних та екологічних завдань, є неможливою без фундаментальних знань про походження, морфобіологічні особливості культури та наявність надійного вихідного матеріалу [36].

Схема гібридизації передбачала проведення реципрокних схрещувань (♀A×♂B та ♀B×♂A) для з'ясування генетичної детермінації та характеру успадкування досліджуваних ознак. Ідентичність фенотипового прояву гібридів прямої та зворотної комбінацій свідчить про ядерний хромосомний контроль ознаки, тоді як диференціація нащадків вказує на наявність цитоплазматичної спадковості або зчеплення генів зі статевими хромосомами.

Батьківськими компонентами для гібридизації слугували сорти української, німецької та французької селекції. За результатами гібридологічного аналізу отриманого насіння, середня зав'язуваність зернівок становила 68,9%, а їх маса 1000 зерен – 28,8 г, табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Зав’язування та маса зерна у F_1* пшениці м’якої озимої, 2024 р.

Комбінації схрещування	Зав’язування,%	Маса 1000 зерен, г
МІП Княжна / Колоніа	65±0,5	31,6
Колоніа / МІП Княжна	68±0,5	31,2
Балатон / Акратос	81±0,5	30,5
Акратос / Балатон	77±0,7	28,3
Муза Білоцерківська / Мідас	63±0,5	29,3
Мідас / Муза Білоцерківська	60±0,6	24,9
Квітка полів / Смуглянка	72±0,6	28,3
Смуглянка / Квітка полів	65±0,5	26,1
Середнє	68,9	28,8

* насіння отримане після гібридизації

4.3. Успадкування ознаки «кількість зерен у головному колосі» у F_1 пшениці м'якої озимої.

Ефективність гібридизації та реалізація гетерозисного ефекту безпосередньо залежать від обґрунтованого підбору батьківських пар. Найбільшу складність у комбінаційній селекції становить поєднання кількісних ознак із живою полігенною структурою. У цьому контексті аналіз елементів структури продуктивності слугує найбільш надійним інструментом для добору вихідних компонентів.

Показник ступеня фенотипового домінування (hp) широко застосовують для ранньої експрес-оцінки вихідного та гібридного матеріалу. Він відображає лише загальний тренд успадкування ознаки в конкретних комбінаціях і не є абсолютною константою гена, оскільки напрям та інтенсивність домінування залежать від алельного стану інших локусів.

Для розрахунку ефекту гетерозису використовують два ключові параметри:

- Гіпотетичний гетерозис (Ht): відображає приріст значення ознаки у F_1 відносно середньобатьківського показника (Mid-parent);
- Істинний гетерозис (Hbt, heterobeltiosis): визначає перевищення кращої батьківської форми (High-parent), що дає змогу оцінити селекційну цінність комбінації та ймовірність виходу трансгресивних форм.

Слід ураховувати, що ефект F_1 не завжди гарантує появу цінних трансгресій у розщеплюваних генераціях (F_2–F_3), оскільки гетерозис може зумовлюватися неадитивними міжалельними взаємодіями, які розпадаються в наступних поколіннях. Відповідно, цей показник необхідно інтегрувати в комплексну оцінку разом із загальною комбінаційною здатністю (ЗКЗ) батьківських компонентів. У пшениці озимої гетерозисний ефект реалізується переважно за типом наддомінування за кількома елементами продуктивності одночасно.

З метою оцінювання ступеня фенотипового домінування та характеру успадкування господарсько цінних ознак було проведено гібридологічний аналіз комбінацій F_1 м’якої озимої пшениці.

Підвищення зернової продуктивності тісно пов'язане зі збільшенням озерненості колоса. Кількість зерен у головному колосі належить до високоуспадковуваних і відносно стабільних ознак, що робить її надійним критерієм добору. При цьому в успадкуванні цього параметра визначальну роль відіграє материнський генотип.

За кількістю зерен у головному колосі серед реципрокних гібридів F_1 суттєвою перевагою відзначалися комбінації Квітка полів / Смуглянка (53,0 шт.) та Смуглянка / Квітка полів (50,3 шт.) порівняно з вихідними батьківськими формами (38,6 та 36,5 шт. відповідно; табл. 4.3). Високий показник озерненості зафіксовано також у зворотного гібрида Мідас / Муза Білоцерківська – 50,0 шт. за рівня батьківських компонентів у межах 33,6–36,7 шт.

Таблиця 4.3. Варіювання кількості зерен у головному колосі батьківських компонентів та F_1 пшениці м'якої озимої, 2025 р.

Сорти, комбінації схрещування	Середнє, шт.	Lim		Розмах мінливості, шт.	Коефіцієнт варіації, %	Дисперсія
		min	max			
МІП Княжна	33,3±1,3	25	39	14	10,2	6,2
Колоніа	36,7±1,9	26	46	20	15,4	10,2
МІП Княжна/ Колоніа	38,3±2,4	29	50	21	18,5	19,2
Колоніа/МІП Княжна	47,2±1,8	36	55	19	16,4	29,9
Балатон	35,8±2,1	22	40	18	14,5	14,6
Акратос	39,0±1,7	28	45	17	12,3	10,5
Балатон/Акратос	36,6±1,3	30	44	14	10,3	11,3
Акратос/Балатон	40,5±1,7	30	50	20	14,0	22,3
Муза Білоцерківська	33,6±1,8	24	40	16	15,1	20,1
Мідас	36,7±1,5	29	46	17	14,2	12,8
Муза Білоцерківська/Мідас	39,1±3,5	25	50	25	20,1	30,8
Мідас/Муза Білоцерківська	50,0±1,9	46	68	22	19,7	26,7
Квітка полів	38,6±1,3	26	48	22	13,8	10,2
Смуглянка	36,5±1,9	25	45	20	17,2	15,9
Квітка полів/ Смуглянка	53,0±3,8	33	62	29	22,0	35,6
Смуглянка/Квітка полів	50,3±2,2	38	61	23	18,3	25,8

Гібридологічний аналіз за кількістю зерен у головному колосі в F_1 засвідчив переважання генотипових ефектів позитивного наддомінування (hp>+1, у діапазоні від +1,8 до +14,5) для більшості досліджуваних комбінацій: МІП Княжна / Колоніа, Муза Білоцерківська / Мідас та Квітка полів / Смуглянка. Винятком виявилося пряме схрещування в комбінації

Балатон / Акратос, де спостерігали депресію за показником домінування (hp=−1,8) та часткове від'ємне домінування (hp=−0,5).

За абсолютною озерненістю головного колоса більшість реципрокних гібридів першого покоління достовірно переважали обидві батьківські форми. Єдине відхилення зафіксовано в прямій комбінації Балатон / Акратос, де рівень прояву ознаки становив 93,8% відносно показника кращого батьківського компонента (табл. 4.4).

Таблиця 4.4. Успадкування кількості зерен у головному колосі у F_1 пшениці м'якої озимої, 2025 р.

Комбінації схрещування	Показники кількості зерен у колосі,шт.							
	гібриди		% до батьківської форми за прямих схрещувань		% до батьківської форми за зворотних схрещувань		Ступінь домінування (hp)	
	прямі	зворотні	♀	♂	♀	♂	прямі	зворотні
МІП Княжна / Колоніа	38,3±2,4	47,2±1,8	115,0	104,4	128,6	141,7	+2,3	+11,2
Балатон / Акратос	36,6±1,3	40,5±1,7	102,2	93,8	103,8	113,1	-1,8	+1,8
Муза Білоцерківська / Мідас	39,1±3,5	50,0±1,9	116,4	106,5	136,2	148,8	+3,0	+13,9
Квітка полів / Смуглянка	53,0±3,8	50,3±2,2	137,3	145,2	137,8	130,3	+14,5	+11,8

Ідентичний тип фенотипової реакції у реципрокних гібридів свідчить про переважно ядерний характер успадкування досліджуваної ознаки. Натомість суттєві розбіжності між прямими та зворотними комбінаціями вказують на наявність плазмотичного (материнського) ефекту.

Виражені материнські ефекти виявлено у реципрокній комбінації F_1 Балатон / Акратос. Це вказує на помітну роль цитоплазми у формуванні

озерненості колоса та обґрунтовує доцільність залучення сорту Акратос саме як материнської форми. Натомість у реципрокних гібридів F_1 МІП Княжна / Колоніа, Муза Білоцерківська / Мідас і Квітка полів / Смуглянка спостерігали ідентичні типи фенотипової реакції, що підтверджує контролювання ознаки ядерними генами й дає змогу виконувати схрещування за будь-якого напрямку залучення батьківських компонентів.

Для кількісного оцінювання генетичної цінності комбінацій визначали показники гіпотетичного (Ht, відносно середньобатьківського значення) та істинного (Hbt, відносно кращого батьківського компонента) гетерозису. Останній критерій слугує орієнтиром для прогнозування виходу трансгресивних форм та оцінки комерційного потенціалу гібрида.

За озерненістю головного колоса високою селекційною цінністю відзначилася комбінація Квітка полів / Смуглянка. Як у прямому, так і в зворотному схрещуваннях у неї зафіксовано високий рівень наддомінування (+12,1–+14,7%), а також високі значення гіпотетичного й істинного гетерозису (+3,1–+37,3%). Озерненість головного колоса у гібридів цієї комбінації досягала 50,3–53,0 шт. зерен за суттєвої переваги над батьківськими сортами Квітка полів (38,6 шт.) та Смуглянка (36,5 шт.; табл. 4.5).

Таблиця 4.5. Ступінь гетерозису і фенотипового домінування за ознакою «кількість зерен з головного колосу» у F_1 пшениці м'якої озимої, 2025 р.

Комбінації схрещування	Середнє значення ознаки гібридів F_1, шт.		Ступінь домінування (hp)		Гіпотетичний гетерозис (Ht), %		Істинний гетерозис (Hbt), %	
	прямі	зворотні	прямі	зворотні	прямі	зворотні	прямі	зворотні
МІП Княжна/ Колоніа	38,3	47,2	+1,9	+7,2	+9,4	+34,9	+4,4	+28,6
Балатон/Акратос	36,6	40,5	-0,5	+1,8	-2,1	+7,5	-6,2	+3,1
Муза Білоцерківська/ Мідас	39,1	50,0	+2,5	+9,6	+11,2	+42,2	+6,5	+36,2
Квітка полів/ Смуглянка	53,0	50,3	+14,7	+12,1	+41,1	+34,0	+37,3	+30,3

Отже, найбільш сильний прояв ознаки у F_1 порівняно з кращою батьківською формою виявлено у комбінації Квітка полів / Смуглянка за прямого і зворотного схрещування.

4.4. Успадкування ознаки «кількість зерен у колосі» F_2 пшениці м'якої озимої

Озерненість колоса є генетично детермінованою ознакою з високим потенціалом для селекційного поліпшення, що дозволяє рекомендувати її як надійний критерій оцінювання та добору вихідного матеріалу. При цьому в успадкуванні даного параметра ключове значення має материнський генотип.

Застосування системи реципрокних схрещувань дозволило диференціювати характер успадкування ознаки: ідентичність фенотипових реакцій у прямих і зворотних гібридів свідчить про її ядерний контроль, тоді як виражені розбіжності вказують на плазмотичний ефект материнського організму. Зокрема, у комбінації F_1 Балатон / Акратос за зворотного схрещування спостерігали позитивне наддомінування (hp=+1,8), тоді як за прямого часткове від'ємне домінування (hp=−0,5). Виявлений материнський ефект обґрунтовує доцільність залучення сорту Акратос саме як материнської форми для ефективного передавання ознаки озерненості нащадкам. Натомість у гібридів F_1 МІП Княжна / Колоніа, Муза Білоцерківська / Мідас та Квітка полів / Смуглянка фенотипові реакції в реципрокних комбінаціях були ідентичними, що підтверджує ядерне успадкування й дозволяє довільно обирати напрямок схрещування батьківських компонентів.

У розщеплюваних популяціях другого покоління (F_2) зазначених реципрокних комбінацій зафіксовано формотворчий процес із виділенням трансгресивних генотипів. Ступінь трансгресії (Т), який відображає відносне перевищення максимального значення ознаки у гібридного нащадка над аналогічним показником кращого батьківського компонента, у досліджуваних комбінаціях становив 2,3–51,5% (табл. 4.6).

Таблиця 4.6. Варіювання кількості зерен у головному колосі, ступінь і частота трансгресій у F_2 пшениці м'якої озимої, 2026 р.

Комбінації схрещування	Середнє, шт.	Lim		Розмах мінливості, шт.	Коефіцієнт варіації %	Дисперсія	Трансгресії, %	
		min	max				ступінь	частота
МІП Княжна/ Колоніа	29,9±1,1	19	43	24	20,9	39,1	30,5	30,0
Колоніа/МІП Княжна	35,9±1,2	27	50	23	15,8	32,1	51,5	68,2
Балатон/Акратос	35,9±1,1	27	58	31	26,6	88,5	2,3	11,1
Акратос/Балатон	35,4±2,7	30	45	15	12,2	22,8	31,8	16,7
Муза Білоцерківська/ Мідас	29,5±3,8	18	40	22	31,8	87,9	25,0	50,0
Мідас/Муза Білоцерківська	29,8±1,5	20	47	27	27,0	64,6	46,9	36,7
Квітка полів/ Смуглянка	37,1±1,9	23	46	23	18,3	46,2	21,1	62,5
Смуглянка/Квітка полів	36,1±2,0	23	47	24	19,5	49,5	23,7	41,6

Частота трансгресії вказує на число гібридних рослин, переважаючих кращого батька. У наших дослідженнях таких рослин у різних комбінаціях було від 11,1 до 68,2 %. Отже найбільше трансгресивних форм отримано у таких комбінаціях: Муза Білоцерківська/Мідас, Колоніа/МІП Княжна і Квітка полів/Смуглянка.

ВИСНОВКИ

1. За кількістю зерен у головному колосі у гібридів першого покоління МІП Княжна / Колоніа, Балатон / Акратос, Муза Білоцерківська / Мідас і Квітка полів / Смуглянка успадкування ознаки «кількість зерен у головному колосі» відбувалося за типом позитивного наддомінування (hp>+1) від +1,8 до +14,5, крім комбінації Балатон / Акратос за прямого схрещування – спостерігали часткове від'ємне успадкування hp= -1,8.

2. У гібридів першого покоління Балатон / Акратос, одержаних від реципрокних схрещувань, спостерігалися помітні відхилення в типах реакцій, що вказує на вплив цитоплазми материнської рослини. Таким чином, для передачі ознаки високої кількості зерен з головного колоса слід використовувати сорт Акратос в якості материнської форми.

3. У реципрокних гібридів першого покоління МІП Княжна/Колоніа, Муза Білоцерківська/Мідас і Квітка полів/Смуглянка спостерігали Смуглянкаічні типи реакції, що вказує на успадкування через ядерний апарат і за материнську форму можна брати будь-який сорт.

4. За кількістю зерен у головному колосі кращою була комбінація Квітка полів / Смуглянка як за прямого так і за зворотнього схрещування відмічали високе наддомінування від +1,8 до +14,7 %. Також відмічено високі показники гіпотетичного та істинного гетерозису від +3,1 до +37,3 %. У головному колосі гібриду Квітка полів / Смуглянка було 50,3-53,0 шт. зерен, порівняно у сорту Квітка полів 38,6 шт, у сорту Смуглянка 36,5 шт.

5. Високий рівень гіпотетичного та істинного гетерозису проявився у комбінаціях: МІП Княжна / Колоніа, Муза Білоцерківська / Мідас і Квітка полів / Смуглянка та Балатон /Акратос за зворотнього схрещування. Гіпотетичний гетерозис становив від +8,2 до +40,9 %, істинний гетерозис був на рівні від +3,8 до 37,3 %.

6. У реципрокних гібридів другого покоління МІП Княжна / Колоніа, Балатон / Акратос, Муза Білоцерківська / Мідас і Квітка полів / Смуглянка в

результаті розщеплення спостерігалася поява трансгресивних форм. Ступінь трансгресії становив від 2,3 до51,5 %. Частота трансгресії у наших дослідженнях (число гібридних рослин, що переважали кращого батька) була від 11,1 до 68,2 % у різних комбінаціях.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ

Комбінація Квітка полів / Смуглянка проявила найвищу озерненість (50,3–53,0 шт. проти 36,5–38,6 шт. у батьків) завдяки високому наддомінуванню та гетерозису (Ht, Hbt до +37,3%). Високі показники Ht (+8,2...+40,9%) та Hbt (+3,8...+37,3%) зафіксовано в комбінаціях МІП Княжна / Колоніа, Муза Білоцерківська / Мідас, Квітка полів / Смуглянка та Акратос / Балатон, у F_2 підтверджено формоутворення з виходом трансгресій: ступінь трансгресії становив 2,3–51,5%, а частота 11,1–68,2%.

Рекомендуємо добір кращих генотипів у подальших поколіннях цих комбінацій. Вивчення формування елементів продуктивності у ранніх поколіннях гібридів із наступним добором дасть змогу прогнозувати селекційну цінність у майбутньому сім’ям, лініям і сортам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильківський С.П., Кочмарський В.С. Селекція та насінництво польових культур: підручник. ПрАТ «Миронівська друкарня», 2016. 376 с.
2. Литвиненко М. А. Селекція і насінництво: двоєдине ціле. *Насінництво*. 2018. № 7. С. 1-4.
3. Бакуменко О.М., Осьмачко О.М., Власенко В.А. Комбінаційна здатність сортів пшениці озимої Крижинка та Смуглянка. Монографія. Суми: Мрія, 2019. 195 с.
4. Schwarzwälder L., Thorwarth P., Zhao Y. et. al. Hybrid wheat: quantitative genetic parameters and heterosis for quality and rheological traits as well as baking volume. *Theoretical and Applied Genetics*. 2022. Vol. 135. P. 1131–1141. doi.org/10.1007/s00122-022-04039-6
5. Egamov I. U., Siddikov R. I., Rakhimov T. A, Yusupov N. K. Creation of high yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated conditions. *International journal of modern agriculture*. 2021. Vol. 10, Iss. 2. P. 2491-2506.
6. Мазур О.В., Мазур О.В., Лозінський В.М. Селекція та насінництво польових культур: навчальний посібник. Вінниця : ТВОРИ, 2020. 348 с.
7. 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
8. Моргун В. В., Рибалка О. І., Дубровна О. В. Генетичне поліпшення рослин: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Фізіологія рослин і генетика.* 2021. Т. 53, № 2. С. 112–127. doi.org/ 10.15407/frg2021.02.112
9. Орлюк А.П., Жукова Л.Ф., Гончарова А.В. Проблеми селекції сортів озимої пшениці та якість зерна в умовах зрошення. *Вісник сільськогосподарської науки*. К., 2014. № 12. С. 6–9.

10. 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.
11. Стельмах А. Ф., Лифенко С. П., Файт В. І. Оцінка генетико-фізіологічних реакцій початкового розвитку сортів озимої м'якої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 11. С. 39-43.
12. Swaminathan M. S. Obituary: Norman E. Borlaug Plant scientist who transformed global food production. Nature. 2024. 461, № 7266. P. 894.
13. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення. К.: Логос. 2017. 496 с.
14. Tsenov N., Gubatov T., Yanchev I. Correlations between grain yield and related traits in winter wheat under multi environmental traits. *Agricultural Science and Technology*. 2020. Vol. 12, No. 4. P. 295–300. doi.org/ 10.15547/ ast.2020.04.047.
15. Дубовик Н.С., Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Сабадин В.Я., Куманська Ю.О., Сидорова І.М. Дослідження жаростійкості гібридів другого покоління *Triticum Aestivum* L. за участю пшенично-житніх транслокацій. Формування інноваційних агротехнологій в умовах змін клімату для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу України : збірник матеріалів Міжнародної науково–практичної конференції молодих вчених, присвяченої до Дня науки в Україні (м. Одеса, 18–19 травня 2025 року). Одеса : Олді+, 2025. С. 99-101.
16. 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
17. Грицюк П. М. Просторово-часова залежність рентабельності зерновиробництва від урожайності зернових. *Економіка АПК*. 2025. 10. С. 21-26.

18. Бойко В. І., Лебідь Є. М., Рибка В. С. та ін. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія. за ред. В. І. Бойка. К.: ННЦ ІАЕ, 2018. 400 с.
19. Лифенко С. П., Наконечний М. Ю., Нарган Т.П. Особливості селекції сортів пшениці м'якої озимої степового екотипу у зв'язку зі змінами клімату в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки.* 2021. №3 (816). С. 53–62. doi.org/ 10.31073/agrovisnyk202103-07
20. Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в зв'язку зі світовою економічною кризою. *Посібник українського хлібороба*. 2022. С. 64-68.
21. Zhang H., Li Y., Wei N. et al. Genetic dissection of plant height-related traits by combined methods in wheat (*Triticum aestivum* L.). *BMC Plant Biology*. 2025. Vol. 25. doi.org/ 10.1186/s12870-025-07076-7.
22. Meile L., Carrasco-López C., Lorrain C. et al. The molecular dialogue between Zymoseptoria tritici and wheat. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 2025. Vol. 38, Iss. 2. P. 118–133. doi.org/ 10.1094/MPMI-08-24-0091-IRW
23. Базалій В. В. Оптимізація сортового складу озимої пшениці за параметрами екологічної стійкості в умовах Південного степу України. Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник, 2018. Вип. 96. С. 361-369.
24. Центило Л.В. Органічні добрива для сучасних систем землеробства: монографія. Івано-Франківськ, 2017. 260 с.
25. Kyrylenko V.V., Humeniuk O.V., Sabadyn V.Ya., Dubovyk N.S. Influence of ecological factor on trinking of winter wheat grains in F_1 when crossing varieties with wheat rye translocations. Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (30 березня 2024 р.). Біла Церква: БНАУ, 2024. С. 59-62.

26.Гаврилюк М.М., Соколов В.М., Жемойда В.Л. Практичне насінництво та насіннєзнавство сільськогосподарських рослин: навч. посіб. Вінниця, 2019. 269 с.

27.Moskalets V., Kotsyuba S., Novak Zn. et al. Creation of source material by attracting different varieties of common winter wheat in breeding for adaptability, productivity, and grain quality. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, Iss. 7. P. 66–78. doi.org/ 10.48077/scihor7.2023.66

28.Мурашко Л. А., Муха Т. І., Гуменюк О. В. та ін. Оцінка стійкості сортів пшениці озимої селекцентрів України проти хвороб на штучних інфекційних фонах їх збудників. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 210–214. doi.org/ 10.32848/agrar.innov.2022.13.30

29.Баган А. В., Юрченко С. О., Шакалій С. М. Мінливість потомства різних морфологічних частин колоса сортів пшениці озимої за кількісними ознаками. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 4. С. 33–35

30.Демидов О.А., Дубовик Н. С., Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Сіроштан А. А., Сабадин В. Я., Куманська Ю. О., Лось Р. М., Власенко І.С., Лашук С.О. Формування елементів продуктивності сортів пшениці озимої в умовах центрального Лісостепу залежно від агротехнічних чинників. *Plant Varieties Studying and Protection*. Vol. 20, №2. 2024. С. 96-103. doi.org/ 10.21498/2518-1017.20.2.2024.304102

31.Литвиненко М. А. Результати селекції сортів озимої м’якої і твердої пшениці на підвищення продуктивності та адаптивного потенціалу в Селекційно-генетичному інституті. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*, 2016. Вип. 93. С. 9-20.

32.Дубровна О. В., Моргун Б. В. Клітинна селекція пшениці на стійкість до стресових чинників довкілля. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2014. Т. 41, № 6. С. 463-475.

33.Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Сабадин В. Я., Дубовик Н. С. Прояв фенотипового домінування в F_1 та ступеню трансгресії у F_2 за

елементами продуктивності головного колоса пшениці м’якої озимої. *Агробіологія* №1. 2024. С. 6-14.

34. Демидов О. А., Храпійчук Н. М., Гаврилюк М. М. та ін. Значення сорту. Технологія виробництва сертифікованого насіння пшениці озимої: методичні рекомендації. за ред. В. В. Моргуна. К., 2018. С. 6-17.

35. Демидов О. А., Дергачов О. Л., Сіроштан А. А., Кавунець В. П., Заїма О.А., Шевченко Т. В., Бордюг А. М. Вплив попередників та строків сівби на врожайність і посівні якості насіння пшениці м’якої озимої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 46–55. doi.org/ 10.32636/01308521.2024-(75)-1-4

36. Месель-Веселяк В. Я., Грищенко О.Ю. Ціновий механізм забезпечення зростання виробництва зерна в Україні (удосконалення науково-методичних підходів). *Економіка АПК.* 2018. № 8. С. 48-52.

37. Орлюк А. П., Базалій В. В. Генетичний аналіз: навчальний посібник. Херсон : ПП «Олді-плюс», 2013. 218 с.

38. Войтовик М.В., Примак І.Д., Цюк Ю.В. Агроекологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності короткоротаційних сівозмін: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2025. 284 с.

39. Лифенко С. П., Геврек Г. Г. Якості зерна та урожайні властивості насіння озимої м’якої пшениці залежно від агрофону. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. Одеса, 2024. Вип. 14 (54) С. 69-77.

40. Леонов О. Ю., Петренкова В. П., Лучна.І. П., Суворова. К. Ю, Чугаєв С. В. Хвороби пшениці, поширені в Україні, шкідливість, генетичний контроль та результативність селекції на стійкість. *Селекція і насінництво.* 2016. № 109. С. 53–92.

41. Поліщук В.В., Притула Ю.М. Вплив норми висіву на формування продуктивності та якості насіння пшениці озимої. *Агробіологія*, 2025. № 1. С. 122–129. doi.org/ 10.33245/2310-9270-2025-195-1-122-129

42. Прядко Ю. М. Особливості росту та розвитку рослин пшениці озимої в осінній період вегетації залежно від попередників і строків сівби. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпро. 2014. No 7. С. 143–147.

43. Васильківський С. П. Адаптивні властивості та врожайність сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*, 2010. Вип. 4 (80) С. 97-103.

44. Желязков О. І., Педаш О. О., Пальчук Н. С., Безсусідня Ю. В., Кирсанова Г. В. Особливості росту та розвитку різних сортів пшениці озимої в осінній період вегетації залежно від попередників. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. (3). С. 95–98.

45. Сабадин В.Я., Дубовик Н.С. Куманська Ю.О., Сидорова І.М., Сабадин Є.Г., Пономаренко С.О. Методичні підходи та результати селекції пшениці на стійкість до основних хвороб. Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (30 березня 2023 р.). Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 261-265.

46. Куманська Ю.О., Лозінський М.В., Сабадин В.Я., Сидорова І.М., Дубовик Н.С. Формування в сортів пшениці м’якої озимої довжини колосу і кількості колосків залежно від генотипу і умов року. *Агробіологія* №1. 2024. С.23-31.

47. Демидов О.А., Лось Р.М., Дубовик Н.С., Гуменюк О.В., Кириленко В.В., Правдзіва І. В., Сабадин В.Я., Власенко І.С. Формування показників якості зерна сортів пшениці озимої (*Triticum* L.) залежно агротехнічних і екологічних чинників. *Агроекологічний Журнал*. №2, 2026. С.141-149.

48. Гопцій В. О., Криворученко Р. В. Адаптивні властивості та селекційна цінність колекційних генотипів пшениці м’якої озимої за ознаками продуктивності колосу. *Зернові культури.* Том 4. № 2. 2020. С. 230–242. doi.org/ 10.31867/2523-4544/0130

49. Дубовик Н.С., Сабадин В. Я., Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Характеристика гібридних популяцій F_3 *Triticum Aestivum* L. За показниками седиментації та вмістом білка. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку» (Біла Церква, 30-31 березня 2023р.). Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 44-47.
50. Дубовик Н. С., Сабадин В. Я., Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Добір жаростійких форм *Triticum aestivum* L. Із гібридних популяцій F_2. Матеріали V всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (25 травня 2024 р). м. Камянець-Подільський, 2024. С. 50-52.
51. Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Дубовик Н.С., Сабадин В. Я. Вплив умов року на зав’язування зерен пшениці м’якої озимої за схрещування сортів з 1AL.1RS та 1BL.1RS транслокаціями. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу» (16 листопада 2023 року). с. Центральне, 2023. С.32-33.
52. Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Лісова Г. М., Дубовик Н. С., Сабадин В. Я. Аналіз гібридних комбінацій *Triticum aestivum* L. проти збудників *Erysiphe graminis* dc. f. sp. tritici em. marchal та *Septoria tritici* rob. et Desm. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції *«Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи»,* присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених-фітопатологів докторів біологічних наук, професорів В. К. Пантєлєєва та М. М. Родігіна. 20−21 жовтня 2025 р. м. Харків, 2025. С.94-97.
53. Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J. et al.. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat Ecol Evol*, 2019. 3, pp. 430–439.

54. Мурашко Л. А., Муха Т. І., Гуменюк О. В. та ін. Оцінка стійкості сортів пшениці озимої селекцентрів України проти хвороб на штучних інфекційних фонах їх збудників. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 210–214. doi.org/ 10.32848/agrar.innov.2022.13.30

55. Орлюк А. П., Глухова Н. А. Особливості росту і розвитку озимої м'якої пшениці в осінній період для визначення зимо- морозостійкості в конкретних умовах степу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: ТОВ «Айлант», 2015. Вип. 37. С. 6-13.

56. Kyrylenko, V.V., Kochmarskyi, V.S., Humeniuk, O.V., Volohdina, H.B., Pykalo, S.V., Dubovyk, N.S., Sabadyn, V.Ya., Lobachov, V.O. Influence of climatic factors on Triticum aestivum L. grains formation in F_1 crossing varieties with 1AL.1RS and 1BL.1RS translocations. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2024. 11 (2), 99-105.

57. Mackay I. J., Cockram J., Howell P., Powell W. Understanding the classics: the unifying concepts of transgressive segregation, inbreeding depression and heterosis and their central relevance for crop breed-ing. *Plant Biotechnology Journal*. 2021. Vol. 19, Is. 1. P. 26–34. doi.org/ 10.1111/pbi.13481

58. Лифенко С. П., Геврек Г. Г. Якості зерна та урожайні властивості насіння озимої м’якої пшениці залежно від агрофону. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. Одеса, 2024. Вип. 14 (54) С. 69-77.

59. Раков А. Ю., Дмитренко Ю. М. Комбінаційна здатність батьківських компонентів гібридів пшениці озимої за господарсько-цінними ознаками. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. Вип. 3 (17), 2025. С. 108-117. doi.org/ 10.54651/agri.2025.03.12.

60. Бакуменко О. М., Власенко В. А. Вплив пшенично-житніх транслокацій на комбінаторну здатність сортів озимої пшениці *Селекція та насінництво*. 2018. № 113. С. 8–17.

61. Al-Ashkar I., Alotaibi M., Refay Y., Ghazy A., Zakri A., Al-Doss A. Selection criteria for high-yielding and early-flowering bread wheat hybrids under heat stress. *PLOS One*. 2020. № 15(8). e0236351.
62. Tadesse W., Sanchez-Garcia M., Assefa S. G., Amri A., Bishaw Z., Ogbonnaya F. C., Baum M. Genetic Gains in wheat breeding and its role in feeding the world. *Crop breeding, genetics and genomics*. 2019. № 1. e190005.
63. Bona L., Matuz J. Correlation between screening methods and technological quality characteristics in bread wheat. *Cereal Research Communications*. 2013. № 1–2. P. 201–204
64. Колесников Н. Д. Ефективність добору господарсько-цінних біотипів озимої пшениці. *Наукові проблеми виробництва зерна в Україні та сучасні методи їх вирішення.* 2010. С. 4–5.
65. Базалій В. В., Бойчук І. В., Домарацький Є. О., Тетерук О. В. Ефективність добору форм пшениці озимої за кількісними ознаками і проблеми їх ідентифікації. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 108–113
66. Січкар С. М., Моргун В. В., Дубровна О. В. Успадкування морфологічних ознак у гібридів F_1–F_2 *Triticum spelta* x *T. aestivum*. *Физиология растений и генетика*. 2016. Т. 48. № 4. С. 344–355.
67. Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Кириленко В. В., Місюра І. І., Хоменко Т. М. Успадкування елементів продуктивності колоса в гібридів F_1 *Triticum aestivum* L., створених за участі пшенично-житніх транслокацій. *Plant Varieties Studying and Protction*. 2019. Т. 15. № 1. С. 5–12.
68. Tromsyuk V. D., Bugayov V. D. The level of heterosis and the degree of phenotypic dominance of the main traits of produc-tivity in the F_1 winter tritical. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*. 2021. №. 43(1). P. 49–54.
69. Козаченко М. Р., Заїка О. В., Васько Н. І. Особливості сучасних сортів ячменю ярого за комбінаційною здатністю в F_1 і F_2 топкросних гібридів

та їх екологічною стабільністю. *Зрошуване землеробство*. 2008. Вип. 50. С. 149.

70. Рисін А.Л., Демидов О.А., Вологдіна Г.Б.,Гуменюк О.В., Пикало С.В. Трансгресивна мінливість в популяціях F_2, F_3 пшениці м'якої озимої за ознаками продуктивності в умовах Лісостепу України. *Аграрні інновації.* 2024. № 24. С. 206-213. doi.org/ 10.32848/agrar.innov.2024.24.30.
71. Würschum T., Langer S. M. Longin C. F. H., Tucker M. R., Leiser W. L. Modern green revolution gene for reduced height in wheat. *The Plant Journal*. 2017. № 92. P. 892–903.
72. Кузьменко Є. А., Хоменко С. О., Федоренко М. В. Ступінь фенотипового домінування ознак продуктивності у гібридів першого покоління пшениці твердої ярої. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 54–67.
73. Звягін А. Ф. Характер успадкування ознак продуктивності в гібридах F_1, F_2 м'якої озимої пшениці від схрещування сортів різного адаптивного потенціалу та еколого-географічного походження. *Селекція і насінництво*. 2008. № 96. С. 297–304.
74. Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Сабадин В. Я., Дубовик Н. С. Прояв фенотипового домінування в F_1 та ступеню трансгресії у F_2 за елементами продуктивності головного колоса пшениці м'якої озимої. *Агробіологія.* №1. 2023. С. 6-14. doi.org/ 10.33245/2310-9270-2023-179-1-6-14.
75. Ковалишина Г. М., Дмитренко Ю. М., Муха Т. І. Вихідний матеріал для селекції пшениці м'якої озимої на стійкість проти бурої іржі. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Т. 11, doi.org/ 10.31548/agr2020.02.013
76. Teresa Krzyśko-Łupicka, Sławomir Sokół, Monika Sporek, Anna Piekarska-Stachowiak, Weronika Walkowiak-Lubczyk, Adam Sudoł. Effectiveness of the Influence of Selected Essential Oils on the Growth of Parasitic *Fusarium*

Isolated from Wheat Kernels from Central Europe. *Molecules*. 2021, 26 (21), 6488; doi.org/ 10.3390/molecules26216488.

77. Кириченко В.В., Петренкова В.П., Кучеренко Є.Ю., Звягінцева А.М. та ін. Основи фітосанітарної безпеки в агроценозах польових культур. *Навчальний посібник*. ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ, ХНТУ імені П. Василенка, Харків., 2020. 324 с.
78. 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.