

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
*Агробіотехнологічний факультет*  
Спеціальність 201 «Агрономія»

Допускається до захисту  
завідувач кафедри генетики, селекції і  
насіництва с.-г. культур  
професор \_\_\_\_\_ Лозінський М.В.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

**ОСОБЛИВОСТІ УСПАДКУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ  
ПРОДУКТИВНОСТІ В F<sub>1</sub> І ФОРМОТВОРЕННЯ У F<sub>2</sub> ЗА  
ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРИНСЬКОЮ ФОРМОЮ  
РАНЬОСТИГЛОГО СОРТУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ  
МИРОНІВСЬКА РАНЬОСТИГЛА В УМОВАХ НВЦ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКОГО НАУ**

**Рівень вищої освіти:** другий (освітній рівень)

**Кваліфікація:** «Магістр з агрономії»

Виконав: Симончук Давид Петрович \_\_\_\_\_

Керівник: доцент Устинова Г.Л. \_\_\_\_\_

Я, Симончук Давид Петрович, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Агробіотехнологічний факультет  
Спеціальність 201 «Агрономія»

**Затверджую**  
Гарант ОП «Агрономія»  
професор \_\_\_\_\_ Грабовський М.Б.  
« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2024р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу здобувачу**  
*Симончуку Давиду Петровичу*

Тема роботи: «Особливості успадкування елементів продуктивності в  $F_1$  і формотворення у  $F_2$  за використання материнською формою ранньостиглого сорту пшениці м'якої озимої Миронівська ранньостигла в умовах НВЦ Білоцерківського НАУ».

Затверджено наказом ректора № 607/С від 24.12.2024 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи до 08.12.2025 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані: особливості успадкування елементів продуктивності в  $F_1$  і формотворення у  $F_2$  за використання материнською формою ранньостиглого сорту пшениці м'якої озимої Миронівська ранньостигла.

Календарний план виконання роботи

| <b>Етап виконання</b>         | <b>Дата виконання етапу</b> | <b>Відмітка про виконання</b> |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Огляд літератури              | до 06.10.2025               | виконано                      |
| Методична частина             | до 17.10.2025               | виконано                      |
| Дослідницька частина          | до 25.11.2025               | виконано                      |
| Оформлення роботи             | до 08.12.2025               | виконано                      |
| Перевірка на плагіат          | до 03.12.2025               | виконано                      |
| Подання на рецензування       | до 03.12.2025               | виконано                      |
| Попередній розгляд на кафедрі | 03.12.2025                  | виконано                      |

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

*підпис*

Здобувач \_\_\_\_\_

*підпис*

доцент Устинова Г.Л.

*вчене звання, прізвище, ініціали*

Симончук Д.П.

*прізвище, ініціали*

Дата отримання завдання «10» вересня 2024 р.

## РЕФЕРАТ

*Симончук Д.П. Особливості успадкування елементів продуктивності в  $F_1$  і формотворення у  $F_2$  за використання материнською формою ранньостиглого сорту пшениці м'якої озимої Миронівська ранньостигла в умовах НВЦ Білоцерківського НАУ.*

Експериментальна частина досліджень виконувалась впродовж 2023–2025 рр. в умовах навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ.

Матеріалом досліджень були сорти пшениці м'якої озимої та гібриди  $F_{1-2}$ . Досліджувані батьківські форми: Миронівська ранньостигла, Білоцерківська напівкарликова, Кольчуга, Золотоколоса, Чорнява, Антонівка, Єдність, Вдала, Добірна.

Метою нашої роботи було дослідження особливостей успадкування елементів продуктивності врожайності в  $F_1$  і формотворення в  $F_2$  за використання ранньостиглого сорту пшениці м'якої озимої Миронівська ранньостигла материнською формою.

Сівбу досліджуваного матеріалу проводили в кінці вересня. Насіння гібридів ( $F_{1-2}$ ) висівали за схемою: материнська форма ( $\text{♀}$ ), гібрид, чоловіча форма ( $\text{♂}$ ). З гібридним поколінням працювали за методом педігрі.

У період вегетації пшениці проводили фенологічні спостереження, після настання повної стиглості зерна – біометричний аналіз досліджуваного матеріалу за середньою вибіркою 25 рослин в триразовій повторності. Попередник – гірчиця на зерно. Агротехніка – загальноприйнята для вирощування пшениці м'якої озимої в Лісостепу України.

Кваліфікаційна робота магістра містить 73 сторінок, 12 таблиць, 10 рисунків, список використаних джерел із 110 найменувань.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, сорт, гібрид, популяція, гетерозис, трансгресивна мінливість, довжина колоса, продуктивна кущистість, кількість колосків, кількість зерен, маса зерна.

## ANNOTATION

*Symonchuk D.P. Features of the inheritance of productivity elements in  $F_1$  and the formation of forms in  $F_2$  when using the early-ripening variety of soft winter wheat Myronivska early as the maternal form in the conditions of the educational and production center of the Bila Tserkva National Agrarian University.*

The experimental part of the research was carried out during 2023–2025 in the conditions of the educational and production center of the Bila Tserkva National Agrarian University.

The material for the research was soft winter wheat varieties and  $F_{1-2}$  hybrids. The studied parental forms: Myronivska rannostyhla, Bilotserkivska napivkarlykova, Kolchuha, Zolotokolosa, Chorniava, Antonivka, Yednist, Vdala, Dobirna.

The aim of our work was to study the features of inheritance of elements of productivity of yield in  $F_1$  and formation in  $F_2$  using early-ripening variety of soft winter wheat Myronivska early-ripening as a maternal form.

The sowing of the studied material was carried out at the end of September. Seeds of hybrids ( $F_{1-2}$ ) were sown according to the scheme: maternal form ( $\text{♀}$ ), hybrid, male form ( $\text{♂}$ ). The hybrid generation was worked with by the pedigree method.

During the growing season of wheat, phenological observations were carried out, after the onset of full grain ripeness - biometric analysis of the studied material on the average sample of 25 plants in three replications. The predecessor - mustard for grain. Agricultural technology - generally accepted for growing soft winter wheat in the Forest-Steppe of Ukraine.

The master's thesis contains 73 pages, 12 tables, 10 figures, and a list of sources used with 110 items.

**Keywords:** soft winter wheat, variety, hybrid, population, heterosis, transgressive variability, spike length, stem length, number of spikelets, number of grains, grain weight.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| <b>ВСТУП</b>   | 6  |
| <b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЗДОБУТКІВ І ЗАВДАНЬ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА (огляд літератури) .....</b>  | 7  |
| 1.1 Сучасні тенденції розвитку зернового ринку України й значення пшениці м'якої озимої .....  | 7  |
| 1.2 Селекція пшениці м'якої озимої на продуктивність .....   | 12 |
| 1.3 Роль генетичних факторів і умов вирощування у формуванні врожайності та якості зерна .....   | 17 |
| <b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....</b>   | 20 |
| 2.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони досліджень .....   | 20 |
| 2.2. Метеорологічні умови в період проведення досліджень .....   | 21 |
| 2.3. Матеріал та методика проведення досліджень .....  | 25 |
| 2.4 Господарська характеристика вихідних батьківських форм .....   | 28 |
| <b>РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ В F<sub>1</sub> ТА ФОРМОТВОРЕННЯ В F<sub>2</sub> ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРИНСЬКОЮ ФОРМОЮ РАННЬОСТИГЛОГО СОРТУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ МИРОНІВСЬКА РАННЬОСТИГЛА .....</b> | 31 |
| 3.1 Продуктивна кущистість.....  | 33 |
| 3.2 Довжина головного колоса.....  | 37 |
| 3.3 Кількість колосків .....   | 42 |
| 3.4 Кількість зерен .....  | 47 |
| 3.5 Маса зерна з головного колоса .....  | 51 |
| <b>ВИСНОВКИ .....</b>  | 57 |
| <b>ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ.....</b>  | 60 |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>   | 61 |

## ВСТУП

Пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.) є провідною продовольчою культурою як в Україні, так і у світі. Тому розробка та впровадження у виробництво нових сортів із високим потенціалом урожайності й якості зерна, добре пристосованих до мінливих умов вирощування, залишається надзвичайно актуальним завданням.

В умовах кліматичних змін ключовою метою селекції м'якої озимої пшениці було й залишається створення нового генетичного матеріалу, вдосконалення методів оцінки та добору генотипів із підвищеним рівнем адаптивності, продуктивності та якості зерна. Вагомий внесок у цей напрям зробили відомі вчені України: В. М. Ремесло, В. В. Шелепов, В. А. Власенко, О. О. Созінов, М. А. Литвиненко, В. Ф. Сайко, О. І. Рибалка, В. В. Моргун, Б. В. Моргун, А. П. Орлюк, Г. П. Жемела, В. В. Базалій, Л. А. Бурденюк-Тарасевич, В. С. Кочмарський, В. В. Кириленко та інші. Ними визначено пріоритетні напрями досліджень, зокрема пошук і виділення високоякісних генотипів зі стабільною продуктивністю та їх подальше використання у селекції як вихідного матеріалу.

Разом із тим складність завдання полягає у поєднанні в одному генотипі високого рівня врожайності та доброї якості зерна. Це пов'язано з недостатнім вивченням закономірностей успадкування селекційно цінних ознак у гібридів і впливу батьківських форм на їх передачу.

Отже, дослідження особливостей формування й мінливості кількісних ознак у батьківських компонентів та їхніх гібридів дозволить визначити характер успадкування, оцінити рівень гетерозису та частоту появи трансгресивних форм. Це сприятиме підвищенню ефективності підбору вихідних форм для схрещування та добору перспективних генотипів у селекції на адаптивність, продуктивність і якість зерна. Саме вирішенню цих завдань і присвячене дисертаційне дослідження.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЗДОБУТКІВ І ЗАВДАНЬ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

### 1.1 Сучасні тенденції розвитку зернового ринку України й значення пшениці м'якої озимої

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, кліматичні зміни чинять негативний вплив на виробництво основних сільськогосподарських культур. Тому одним із стратегічних завдань у досягненні глобальної мети – «світу без голоду» – є підвищення стійкості та адаптивності культур до стресових факторів довкілля [1].

Вирощування зернових культур становить окрему й водночас визначальну галузь сільського господарства, яка в сучасних умовах є показником розвитку аграрного сектору економіки України. Зерно займає провідне місце в структурі базової аграрної продукції, забезпечуючи продовольчу безпеку країни та підтримуючи її необхідний рівень. Динаміка розвитку, ефективність функціонування зернового ринку й його інфраструктури виступають важливими індикаторами результативності аграрної політики та якості проведених економічних реформ. Ринок зерна виконує роль базової моделі для розвитку інших ринків сільськогосподарських культур, продуктів їхньої переробки та продовольчих ресурсів. У цьому контексті забезпечення населення продукцією вітчизняного виробництва визначено пріоритетним завданням і стратегічним напрямом економічної політики держави, що безпосередньо пов'язано з продовольчою та національною безпекою [2].

Вагомими чинниками успішного становлення України як одного з провідних світових експортерів зерна є природні ресурси, високородючі ґрунти й сприятливі кліматичні умови, які забезпечують стабільно високі

врожаї. Додатковими перевагами виступають вигідне географічне розташування, наявність виходу до морських транспортних шляхів, що полегшує доступ на ринки Близького Сходу й Північної Африки, а також конкурентоспроможні ціни вітчизняних виробників [3]. Виробництво зерна водночас впливає на природну родючість ґрунтів, формує основу валютних надходжень у країну та забезпечує зайнятість сільського населення. Україна належить до найбільших експортерів зерна в Європі, тому проблема підвищення його якості й нарощування виробництва була і залишається ключовою для всього народногосподарського комплексу [4].

Актуальність і перспективи розвитку вітчизняного зернового ринку були предметом досліджень багатьох українських учених. У працях обґрунтовано необхідність стабілізації внутрішнього зернового ринку та визначено провідну роль держави у процесах його регулювання. Водночас специфіка функціонування зернового сектору в умовах пандемії та глобальної економічної кризи потребує подальшого вивчення для формування дієвих організаційно-економічних механізмів стабілізації виробництва й підвищення ефективності зернової галузі [5-7].

Вихід України на міжнародний продовольчий ринок та забезпечення потреб національних виробників у якісних сортових ресурсах і насінні залишаються одними з ключових завдань сучасності. Глобальні кліматичні зміни й пов'язані з ними негативні тенденції у світовому виробництві рослинницької продукції істотно впливають і на аграрний сектор нашої держави [8].

Серед зернових культур провідне місце належить пшениці м'якій озимій, яка є основою у структурі виробництва та забезпечує значну частину валютних надходжень від експорту. Її частка у виручці від реалізації зернової продукції в останні роки становить близько 55–60 %. Протягом тривалого часу вона залишається однією з найбільш рентабельних культур [9]. У довгостроковій перспективі очікується збереження тенденції зростання світового споживання пшениці. Не випадково ця культура є основним

продуктом харчування у 43 країнах світу, де проживає понад 1 млрд осіб. Головне її призначення – забезпечення населення хлібом і хлібобулочними виробами [10].

Висока цінність пшеничного хліба зумовлена хімічним складом зерна. Пшениця м'яка озима вирізняється високим умістом білків (у середньому 9–15 % залежно від сорту та умов вирощування), до 70 % крохмалю, вітамінами В1, В2, РР, Е, а також провітамінами А і D, та мінеральними речовинами. Білки зерна містять усі незамінні амінокислоти (лізин, триптофан, валін, метіонін, треонін, фенілаланін, гістидин, аргінін, лейцин, ізолейцин), добре засвоювані організмом людини. Пшеничний хліб практично повністю забезпечує потреби людини у фосфорі та залізі, а також на 40 % – у кальції. Оптимальне співвідношення білків і крохмалю (1:6–7) робить його важливим продуктом для підтримання нормальної маси тіла й працездатності. Хліб із пшениці м'якої озимої має високу калорійність (2000–2500 ккал на 1 кг), що підтверджує його поживну цінність. Особливо якісні хліб і хлібобулочні вироби виробляють із борошна сортів сильних пшениць, які належать до виду пшениці м'якої [11].

В Україні обсяги виробництва зерна з 2000 року зросли у 2,5 рази, що стало можливим завдяки розширенню посівних площ окремих культур, удосконаленню селекції та впровадженню сучасних агротехнологій [3]. За прогнозами експертів ФАО, світове виробництво зернових до 2024 року може зрости до 786,7 млн тонн, що становить підвищення на 8,7 %. При цьому очікується і зростання рівня їх споживання, що зумовлює необхідність подальшого нарощування виробництва [12].

Важливими чинниками активізації зовнішньоекономічної діяльності аграрних підприємств України стали лібералізація торгівлі та вступ країни до СОТ, що сприяло скасуванню державної монополії на зовнішню торгівлю. Членство в СОТ відкрило доступ до міжнародних ринків сільськогосподарської продукції й водночас забезпечило можливості для захисту інтересів українських виробників. Подальша інтеграція у світову

економіку, зокрема створення зон вільної торгівлі, дала поштовх для виходу українських аграріїв на глобальні та регіональні ринки, у тому числі зернові. Так, створення ЗВТ між Україною та ЄС у 2014 році, що передбачало зниження митних тарифів на зернову продукцію та розширення безмитних квот, сприяло зростанню експорту пшениці до ЄС. Зокрема, тарифну квоту на пшеницю передбачено збільшити з 950 тис. тонн у 2016 році до 1 млн тонн у 2022 році [3].

Основними імпортерами української пшениці є країни Азії, Північної Африки та ЄС. Для азійських і африканських країн характерним є попит на борошномельну пшеницю, тоді як для європейських держав – на фуражну [13]. Згідно з прогнозами USDA, у 2020/2021 рр. експорт зернових із України мав досягти 45,81 млн тонн при валовому зборі 64,21 млн тонн, у тому числі 17,5 млн тонн пшениці при врожаї 25,5 млн тонн [14]. Розширення експорту пояснюється зростанням глобального попиту на зерно, що обумовлене збільшенням чисельності населення, підвищенням рівня добробуту в окремих країнах та впливом кліматичних змін [3].

Частка України у світовому виробництві пшениці стабільно становить 3,6–3,7 %, за середньої врожайності 4,16 т/га. Протягом останніх п'яти років країна демонструє поступове зростання обсягів виробництва зерна. Основні площі під пшеницю м'яку озиму зосереджені у центральних регіонах. Так, у 2017 р. найбільші посівні площі були у Запорізькій (623 тис. га), Одеській (591 тис. га), Дніпропетровській (493 тис. га), Харківській (480 тис. га) та Херсонській (471 тис. га) областях [15]. Сприятлива кон'юнктура світового ринку, зростання внутрішньої пропозиції та відсутність експортних обмежень забезпечили збільшення обсягів поставок зерна за кордон. Так, у 2021 році, за даними Державної служби статистики України, виробництво зернових і зернобобових культур у порівнянні з 2020 роком зросло на 32 %, при врожайності 5,38 т/га [16].

На сучасному етапі розвитку аграрного сектору сорт залишається одним із найбільш ефективних засобів підвищення врожайності, адаптивності до

абіотичних і біотичних факторів довкілля та виробництва високоякісного зерна пшениці м'якої озимої. Вирішення цих завдань є ключовим елементом зміцнення аграрного потенціалу України [17].

Наукові дослідження свідчать, що застосування високоякісного насіння нових сортів забезпечує підвищення врожайності зернових культур на 20–25 % [18]. В Україні селекцією пшениці м'якої озимої займаються провідні наукові установи: Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН України», Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення, Інститут зрошуваного землеробства НААН, Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, ДУ «Інститут зернових культур», а також низка приватних компаній.

В умовах ринкової економіки особливого значення набуває конкурентоспроможність продукції. Вступ України до СОТ зумовив посилення вимог до якості зерна та рівня конкуренції на зовнішніх ринках. Приріст експорту зернової продукції відбувається як за рахунок зростання цін, так і збільшення фізичних обсягів постачання. Однак, з огляду на нестабільність світових цін на зерно, покладатися лише на вартісні показники недоцільно. Першочергова увага має бути зосереджена на підвищенні конкурентоспроможності зернової продукції через поліпшення її якісних і технологічних параметрів.

Збільшення обсягів виробництва зерна в Україні зберігає стратегічне значення. За нинішніх економічних умов нарощування його виробництва можливе завдяки впровадженню ресурсозберігаючих технологій і використанню високоадаптивних сортів пшениці м'якої озимої, здатних забезпечувати стабільні врожаї. За останні п'ятдесят років розвиток аграрного виробництва в Україні відбувався завдяки генетичному потенціалу нових сортів (75 %) та вдосконаленню технологій вирощування (до 25 %). Тому

підвищення продуктивності й рентабельності зернового господарства безпосередньо залежить від створення конкурентоспроможних сортів. Формування нових адаптивних різновидів із принципово новими властивостями, здатних забезпечити високу та стабільну продуктивність у різних ґрунтово-кліматичних умовах і витримувати стресові фактори середовища, залишається одним із пріоритетних завдань сучасної селекції.

## **1.2 Селекція пшениці м'якої озимої на продуктивність**

Головним завданням селекції пшениці м'якої озимої залишається підвищення її продуктивності. У зв'язку з цим актуальним напрямом є створення та впровадження у сільськогосподарське виробництво нових сортів із високим потенціалом урожайності й якості зерна, здатних адаптуватися до мінливих умов вирощування [19–21]. Проблеми формування нових генетичних ресурсів, удосконалення методів оцінки та добору перспективних генотипів вирішуються в межах комплексних селекційних програм, що реалізуються у співпраці українських і зарубіжних науковців.

Селекція на продуктивність є одним із найскладніших завдань, оскільки цей показник має комплексну природу. Основою підвищення врожайності є розвиток генетики та селекції [22]. Кількісні ознаки продуктивності контролюються полігенами, а ступінь їх прояву залежить не лише від спадковості, а й від впливу умов зовнішнього середовища.

Урожайність пшениці формується в результаті взаємодії цілого генотипу з навколишнім середовищем [23]. Її рівень зумовлений сукупним проявом ознак та властивостей [24, 25]. Значення сорту як чинника підвищення врожайності постійно зростає як у вітчизняному, так і в світовому землеробстві. За рахунок створення нових сортів внесок у приріст урожайності пшениці м'якої озимої зріс із 15–18 % до 40–50 % [26].

У межах генотипу функціональна дія та взаємодія генів формують широкий спектр типів успадкування ознак продуктивності, що можуть змінюватися залежно від умов вирощування [27]. Продуктивність колоса є

результатом інтегральної дії генів, які контролюють кількість зерен і їх масу. Довжина колоса та пов'язані з нею ознаки перебувають під генетичним контролем значної кількості генів, розташованих у різних групах зчеплення. Кількість колосків у колосі вважається найбільш пластичним елементом структури врожайності. Водночас для кожного сорту вона має відносно сталий, генетично обумовлений рівень, що робить цю ознаку важливою для селекційного добору [28].

Маса зерна з колоса є ще одним ключовим елементом продуктивності, який визначається довжиною колоса, кількістю зерен, їх крупністю та умовами вирощування. Ця ознака має важливе значення для аналізу структури врожаю, а високий рівень її розвитку забезпечує відбір перспективних форм на ранніх етапах селекційного процесу [29, 30]. Оскільки структурні компоненти продуктивності можуть успадковуватись незалежно один від одного, типи успадкування такої комплексної ознаки, як маса зерна з колоса, відзначаються значною варіативністю [31, 32].

Ефективність використання вихідних форм у селекції залежить від розуміння взаємозв'язків між основною ознакою, за якою ведеться добір, та рівнем і мінливістю інших характеристик рослин [33]. При відборі цінних рекомбінантних генотипів із гібридних популяцій особливу увагу приділяють продуктивності колоса як провідному компоненту врожайності [34]. У цьому контексті важливим завданням є вивчення кореляційних зв'язків між кількісними ознаками та визначення частки їх мінливості, що пояснюється взаємним впливом. Характер цих зв'язків варіює залежно від екологічних умов і взаємодії генотипу із середовищем у процесі онтогенезу [35].

Параметри ознак рослин перебувають у певній взаємозалежності, проте в селекційних експериментах рідко спостерігаються ідеальні функціональні зв'язки. Замість них виявляються статистично достовірні кореляції. Урожайність пшениці як інтегральний показник у значній мірі визначається проявом складових продуктивності рослини, що контролюються складними полігенними системами [36]. Оскільки структурні елементи продуктивності

часто пов'язані небажаними кореляціями, аналіз цих зв'язків дозволяє з'ясувати, за рахунок яких компонентів врожайної структури можна підвищити продуктивність і тим самим підвищити результативність селекційної роботи [37].

У дослідженнях ряду авторів [77] було встановлено високий рівень кореляцій між показниками врожайності та продуктивною кущистістю, а також кількістю зерен у колосі пшениці озимої. Досліди інших селекціонерів показали, що зв'язок між масою зерна головного колоса та кількістю зерен у колосі сортів пшениці озимої миронівської селекції варіювався залежно від року від незначного до середнього та сильного [39]. Аналогічно [40] підтвердили вплив умов вирощування — поливу та посухи — на кореляції морфофізіологічних ознак врожайності зерна пшениці.

Вивчення потенціалу врожайності та механізмів формування елементів продуктивності в умовах мінливого клімату має ключове значення для визначення норми реакції та добору найбільш стійких і продуктивних генотипів для селекційних програм. Основними завданнями селекції є пошук і створення нових генетичних джерел із високими показниками продуктивності, якості та адаптивності до біотичних і абіотичних чинників [41].

Важливим аспектом є використання маркерних ознак — показників, які тісно корелюють з урожайністю та допомагають у ранньому відборі елітних рослин. Маркерні ознаки мають високий рівень генотипової варіабельності та низьку фенотипову мінливість, що забезпечує стабільність їх прояву навіть за стресових умов [42]. Кількісні ознаки, які визначають величину та якість врожаю, все ще недостатньо вивчені з генетичної точки зору, мають значну мінливість і залежать від зовнішніх факторів.

Гібридизація є основним методом створення нових сортів пшениці. Вихідний матеріал формується з колекційних зразків різного генетичного та географічного походження, які використовуються у різних схемах схрещувань [43]. Завдяки рекомбінації та трансгресивній мінливості можна отримувати

якісно нові генотипи. Підбір компонентів для схрещування є складним процесом, оскільки ознаки батьків не завжди передаються потомству прямо [44].

Використання інтрогресії генофонду пшениці озимої в яру дозволяє вводити нові генні кластери, хоча результати не завжди є очікуваними. Наприклад, аналіз 30 комбінацій схрещувань пшениці озимої з трьома тестерами ярої форми не дав жодної комбінації з істотним гетерозисом за всіма ознаками врожайності, а лише за окремими показниками [45]. Міжвидова гібридизація на сьогодні є ефективним методом отримання генетично збагаченої популяції з новими трансгресивними ознаками, що підтверджується успішним створенням сортів і перспективних форм [46].

Ступінь фенотипового домінування широко застосовується для оцінки селекційного матеріалу на ранніх поколіннях  $F_1$ , дозволяючи обирати пари для схрещування та швидко оцінювати гібридних нащадків. У  $F_1$  проявляється гетерозис за кількісними та якісними ознаками через неоднорідність генотипу батьків, тобто гетерозиготність. Ефект гетерозису найбільш помітний при схрещуванні географічно та екологічно віддалених сортів [47].

Батьківські форми повинні мати високий генотиповий рівень цінних господарських ознак та добрі донорські властивості. У селекційних дослідженнях важливо вивчати успадкування окремих складових врожайності, а не лише загальної продуктивності. Достатня рекомбінація батьківських компонентів у  $F_1$  дозволяє проявлятися гетерозису – підвищеній адаптивності, продуктивності та стійкості до стресових факторів [48].

Об'єднання корисних ознак у результаті схрещування та рекомбінації генів потребує ідентифікації гібридних генотипів та визначення типу успадкування ознак. Діалельні схрещування дозволяють оцінити ефекти комбінування генів, що впливають на продуктивність колоса, та розробляти програми селекції пшениці на продуктивність [49]. Аналіз комбінаційної мінливості у  $F_1$  дає змогу визначити участь ознак у успадкуванні як адитивних, так і неадитивних ефектів генів [50].

Як зазначають вчені дослідники [51], адитивні ефекти генів є ключовими для аналізу гібридів від діалельних схрещувань. Зникнення гетерозису у  $F_2$  вказує на наддомінування, тоді як збереження його у наступних поколіннях свідчить про неалельну взаємодію генів і виникнення трансгресивних форм. Позитивна трансгресія зазвичай проявляється при вдалому підборі батьків, що призводить до появи нових рекомбінантів із підвищеною вираженістю ознак порівняно з батьківськими формами [52]. Успішна трансгресивна селекція потребує чіткої теорії трансгресивної мінливості та ґрунтового пояснення цього генетичного явища [53].

До трансгресивного розщеплення відносять випадки, коли в поколіннях гібридних популяцій проявляються фенотипи з ознаками, які виходять за межі максимального або мінімального прояву у вихідних батьківських формах. Найчастіше такий ефект спостерігається при епістатично-гіпостатичній взаємодії генів, що створює сприятливі умови для трансгресії. Додатково це можуть стимулювати інші фактори, зокрема наявність у батьків неалельних сприятливих домінантних або рецесивних генів, які діють за принципом комплементарності. У таких випадках в  $F_1$  проявляється гетерозис, а у  $F_2$  і наступних поколіннях з'являються гомозиготи з максимальним або мінімальним фенотиповим проявом ознак. Трансгресивні форми можуть виникати також при наявності генів з напівепістатичною дією: тоді в  $F_1$  спостерігається проміжне успадкування ознак, а в  $F_2$  формуються трансгресивні морфобіотики [54].

Вивчення кількісних ознак, контрольованих полімерними генами, ускладнюється значною мінливістю під впливом умов середовища, а картина успадкування «маскується» модифікуючою дією гетерозису у  $F_1$  [33]. Селекція пшениці на продуктивність неможлива за одним показником, тому важливо враховувати оптимальні параметри всіх складових продуктивності. Коректна оцінка внеску окремих елементів структури врожаю дозволяє селекціонеру досягти цільового рівня продуктивності [32]. Таким чином, генетична детермінація елементів продуктивності, контрольованих полімерними генами,

суттєво впливає на рівень продуктивності сорту. Дослідження статистичних параметрів продуктивності, успадкування ознак і ступеня гетерозису в гібридних поколіннях є актуальними для створення високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої та прогнозування ефекту схрещувань.

### **1.3 Роль генетичних факторів і умов вирощування у формуванні врожайності та якості зерна**

Одним із пріоритетних завдань сільськогосподарської науки та практики є підвищення врожайності та якості зерна [55]. Серед заходів, що сприяють досягненню цієї мети, провідне місце займає селекція [56], оскільки сорт є одним із найбільш ефективних і доступних чинників, що визначають рівень врожайності та розвиток агропромисловості [57]. Використання високопродуктивного сорту дозволяє збільшити приріст урожаю пшениці на 20–60 % [58], а при дотриманні всіх агротехнологічних заходів можна реалізувати 70–80 % генетичного потенціалу сорту [59].

За словами М. Iwańska та М. Stępień [60], роль сорту особливо проявляється за несприятливих гідротермічних умов, а частка впливу генотипу на врожайність значною мірою визначається ґрунтово-кліматичними та погодними умовами. Досягнення одночасного поєднання стабільної високої врожайності, пластичності та стійкості до стресових чинників з високою якістю продукції є складним завданням, оскільки більшість цих ознак від'ємно корелюють між собою. Додатково на врожайність і якість зерна впливають глобальні зміни клімату [61].

Виробництво високоякісного зерна залежить не лише від сортових особливостей, а й від родючості ґрунту та погодних умов [62]. Мінливість клімату, включаючи зміни температури та водного режиму, а також екстремальні гідротермічні явища, суттєво впливають на стабільність врожайності пшениці [63] і можуть призвести до зниження обсягів виробництва та якості зерна [64].

Абіотичні чинники навколишнього середовища є домінуючими для вирощування пшениці. Однак агрометеорологічні ресурси в Україні використовуються лише на 40–60 % [65]. Вплив ґрунтово-кліматичних умов зростає при екстенсивному землеробстві до 60 %, тоді як при інтенсивному землеробстві цей показник знижується втричі [66]. Зазвичай погодні умови визначають 20–40 % врожайності пшениці, але у роки екстремальних погодних явищ їхній вплив може досягати 60–70 % [67].

Одним із ключових факторів, що впливають на врожайність та якість зерна пшениці, є погодні умови вегетаційного періоду. Підвищення температури прискорює розвиток пшениці, що спричинює формування коротших колосків, скорочення фази наливу зерна, передчасне досягання, зменшення накопичення сухої речовини, щуплість зерна та зниження маси 1000 зерен, що негативно впливає на врожайність [68].

Вологозабезпечення ґрунту є не менш важливим фактором. Нерівномірні опади, високі температури та зниження відносної вологості спричиняють ґрунтову та повітряну посуху. За таких умов значення сорту та агротехнологічних прийомів вирощування суттєво зростає. Потреба рослин у воді змінюється протягом вегетації: сходи – 5–7 %, кущіння – 15–20 %, вихід у трубку та колосіння – 50–60 %, молочний стан зерна – 20–30 %, воскова стиглість – 3–5 % [69].

Надмірна кількість опадів підвищує концентрацію CO<sub>2</sub> і знижує кисень у ґрунті, що погіршує розвиток кореневої системи, особливо під час проростання та кущіння. Недостатня вологість у фазі виходу в трубку – колосіння зменшує кількість зерен у колосі, що призводить до значного зниження врожайності [70].

Погодні умови також визначають якість зерна. Хлібопекарські властивості борошна та показники зерна залежать від умов формування, наливу та дозрівання. Погіршення якості спричиняють надмірно висока температура (>30 °C) за низької відносної вологості або подовження періоду дозрівання через надмірні опади та знижену температуру [71].

Одночасно виявлено обернену залежність якості зерна від кількості опадів у період від виходу в трубку до воскової стиглості. Надмірна вологість у фазу наливу спричиняє посилене дихання зерна, витрату вуглеводів і азотистих речовин, що знижує його якість. Особливо негативний ефект спостерігається після дозрівання, коли погіршуються борошномельні властивості, знижується вміст клейковини та якість хліба [72].

Для формування високоякісного зерна оптимальні умови включають наявність 150–200 мм продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, помірні опади в період виходу в трубку – колосіння при теплої погоди, а під час наливу зерна – невисокі температури з помірним дефіцитом вологи. Нестача вологи або посуха в період колосіння – цвітіння зменшують урожайність, тоді як достатня волога підвищує масу 1000 зерен та натуру зерна. Підвищення температури за дефіциту вологи під час наливу гальмує активність асиміляційного апарату та підсилює дихальні процеси, що сприяє збільшенню білковості зерна [73].

Ґрунтово-кліматичні умови формують врожайність і якість зерна динамічно і комплексно, у складній взаємодії, тому оцінювати їх потрібно разом. Окрім погодних факторів, важливу роль відіграють сортові особливості: гідротермічні умови переважно визначають білковість і якість клейковинного комплексу, тоді як генотип впливає на фізичні властивості тіста та хлібопекарські показники борошна [74]. Таким чином, врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої формуються внаслідок реалізації генетичного потенціалу сорту у взаємодії з ґрунтово-кліматичними умовами та технологією вирощування [75].

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Ґрунтово-кліматичні умови зони досліджень

Дослідження виконували впродовж 2023–2025 рр. в умовах навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ у Київській області, що розташоване в Лісостепу України. Регіон досліджень характеризується помірно-континентальним кліматом.

Рельєф території відзначається значною різноманітністю: тут трапляються глибокі річкові долини, балки, яри, численні горби та схили, які зазнали впливу водної ерозії [76].

Основними материнськими породами є леси та лесовидні суглинки легкого і середнього гранулометричного складу. Ґрунтовий покрив відзначається строкатістю: переважають глибокі малогумусні чорноземи, що займають значні площі. У Білоцерківському районі чорноземи типові становлять близько 93,1 % від загальної площі сільськогосподарських угідь [77].

Ґрунт – дослідної ділянки чорнозем типовий малогумусний крупнопилувато- середньосуглинкового гранулометричного складу.

За даними Білоцерківської метеостанції середньорічна температура повітря складає +7,7 °С. Найхолоднішим є січень (-5,9 °С), а найвища позитивна середньомісячна температура у липні (19,0 °С). Стійкий перехід середньодобових температур повітря через +5 °С спостерігається в більшості у I декаді квітня та III декаді жовтня.

Середньобагаторічна кількість опадів складає 562 мм, які в різні пори року розподіляються нерівномірно: зима 112 мм, весна 123 мм, літо 218 мм, осінь 109 мм. Найбільша кількість опадів (85 мм) припадає на липень. Сніговий покрив в зимовий період – нестійкий.

Науковці зазначають, що протягом останніх 50 років спостерігається зростання мінливості погодних і кліматичних умов не лише в межах календарного року, але й у періоди вегетації та окремі фази органогенезу пшениці м'якої озимої [78].

До основних несприятливих природних чинників, характерних для території області, належать нестійкий сніговий покрив, який призводить до ушкодження або загибелі рослин під дією низьких температур; малосніжні зими з відлигами та подальшим утворенням льодової кірки; явища випирання, випрівання та видування рослин. Крім того, відзначається нерівномірний розподіл опадів у весняно-літній період, часті зливи під час збирання врожаю, а також прояви ґрунтової та повітряної посухи у фазі наливу й дозрівання зерна [79].

## **2.2 Метеорологічні умови в період проведення досліджень**

Ріст та розвиток рослин пшениці м'якої озимої значною мірою обумовлений гідротермічними умовами, які модифікують продукційний процес генотипів і впливають на кінцеву врожайність і якість зерна.

Кліматичні умови у 2023/24–2024/25 вегетаційних роках були контрастними як за температурним режимом, так і за кількістю опадів. Однак характерною для них ознакою були підвищені температури повітря за осінню вегетації, період зимового спокою і весняно-літній онтогенез пшениці м'якої озимої (табл. 1).

Сівбу пшениці м'якої озимої проводили в кінці третьої декади вересня. За зупинки осінньої вегетації (18.11 – 2023 р., 17.11 – 2024 р.) тривалість вегетації в осінній період склала 43 і 42 доби відповідно. Фактична кількість опадів за осінню вегетацію у 2023 р. (50,2 мм) і 2024 р. – 56 мм була меншою за багаторічні показники (53 мм) на 10,8 мм – 2023 р. і перевищувала їх на 3 мм у 2024 р.

Температурний режим, що склався у жовтні перевищував середні багаторічні показники (7,9 °С) на 3,5 °С – 2023 р., і 2,8 °С у 2024 р.

Таблиця 1. Середньомісячна кількість опадів і температура повітря в 2023–2025 рр. (дані Білоцерківської метеостанції)

| Місяць   | 2023 р.   |               | 2024 р.   |               | 2025 р.   |               | Середньо-багаторічні дані |               |
|----------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|---------------------------|---------------|
|          | Опади, мм | Середня t, °С | Опади, мм | Середня t, °С | Опади, мм | Середня t, °С | Опади, мм                 | Середня t, °С |
| Січень   |           |               | 40,0      | -2,2          | 15,0      | 0,4           | 35,0                      | -5,9          |
| Лютий    |           |               | 39,0      | 3,3           | 3,0       | 2,2           | 33,0                      | -4,4          |
| Березень |           |               | 50,0      | 4,4           | 25,0      | 5,9           | 30,0                      | 0,3           |
| Квітень  |           |               | 78,0      | 12,4          | 28,0      | 9,2           | 47,0                      | 8,4           |
| Травень  |           |               | 13,0      | 15,8          | 84,0      | 12,5          | 46,0                      | 14,9          |
| Червень  |           |               | 81,0      | 20,8          | 35,0      | 21,2          | 73,0                      | 17,8          |
| Липень   |           |               | 42,0      | 23,4          | 128,0     | 20,6          | 85,0                      | 19,0          |
| Серпень  |           |               | 10,0      | 21,8          |           | 19,8          | 60,0                      | 18,4          |
| Вересень | 23,0      | 18,0          | 13,0      | 19,5          |           | 17,3          | 35,0                      | 13,8          |
| Жовтень  | 52,0      | 11,4          | 56,0      | 10,7          |           | 12,7          | 33,0                      | 7,9           |
| Листопад | 67,0      | 4,1           | 50,0      | 2,4           |           | 3,5           | 41,0                      | 2,0           |
| Грудень  | 46,0      | 0,5           | 55,0      | 0,0           |           | -0,5          | 44,0                      | 0,4           |

У перших двох декадах листопада фактична температура повітря також була вищою за середні багаторічні показники. Особливо виділилась перша декада, коли за багаторічного показника (3,4 °С) фактичні середні температури повітря склали у 2023 р. – 9,8 °С і у 2024 р. – 5,1 °С.

Середній температурний режим грудня у досліджувані роки був близький до багаторічних показників. При цьому середні показники температури повітря у січні перевищили середньобагаторічні на 5,2 °С – 2023 р., 3,7 °С – 2024 р і 7,9 °С – 2025 р.

Температурний режим лютого також був теплішим за середні багаторічні показники (-4,4 °C). Так, середня за місяць температура повітря склала 2024 р. – 3,3 °C, 2025 р. – -3,8 °C.

Таким чином температурний режим, що склався у календарні зимові місяці, був сприятливим для перезимівлі рослин пшениці м'якої озимої.

За зимові місяці фактична кількість опадів була меншою за середні багаторічні (112 мм) у 2024/2025 – 18 мм та перевищила їх у 2023/2024 вегетаційному році – 134 мм. Перевищення середньобагаторічної кількості опадів у календарний зимовий період 2023/2024 вегетаційного року на 22 мм дещо покрили недостатню кількість опадів у березні (25 мм) і квітні (28 мм) 2025 р.

Більшу кількість опадів за середній багаторічний показник (30 мм) відмітили у березні 2024 р. – 50 мм. За квітень – 2024 р (78 мм) фактична кількість опадів перевищила багаторічний показник (47 мм) на 31 мм, що сприяло накопиченню достатньої кількості вологи у ґрунті.

У травні 2024 р. (13 мм) фактичні опади були меншими за багаторічні (46 мм) на 33 мм. При цьому кількість опадів за травень 2025 р (84 мм) була більшою за середній багаторічний показник на 37 мм, що дещо покращило вологозабезпеченість рослин пшениці відносно попередніх місяців.

За температурним режимом березень досліджуваних років значно відрізнявся від середньобагаторічної температури повітря – 0,3 °C. Так, середня фактична температура повітря за березень склала: 2024 р. – 4,4 °C; 2025 р. – 6,8 °C.

За таких умов відновлення весняної вегетації відмітили у 2024 р. – 22 лютого, 2025 р. – 2 березня. Ріст і розвиток рослин пшениці м'якої озимої в перший місяць 2025 р. характеризувався поступовим наростанням температурного режиму. При цьому у першій (2,4 °C) і другій (2,2 °C) декадах березня 2024 р. відбулось призупинення вегетації.

Температурний режим квітня 2024 р. (12,4 °C) і 2025 р. (10,2 °C) значно перевищував середній багаторічний показник – 8,4 °C. Середня температура

травня 2024 р. була більшою на 0,9 °С за середній багаторічний показник – 14,9 °С, а у 2025 р. – меншою і склала 13,1 °С. Найбільш спекотною виявилась третя декада травня (21,1 °С) 2024 р., за середнього багаторічного показника 15,8 °С.

У травні 2024 р. (ГТК = 0,3) ріст і розвиток рослин пшениці відбувався за дуже сильної посухи. У травні 2025 р. відмітили надмірну вологість – ГТК = 2,1.

Характеризуючи метеорологічні умови літнього періоду, слід відмітити, що червень за температурним режимом значно перевищував середній багаторічний показник – 17,8 °С, за фактичних даних 20,8 °С – 2024 р., 18,8 °С – 2025 р. Найбільш спекотною виявилась перша декада червня 2025 р. (21,3 °С) за середнього багаторічного показника 17,3 °С і третя декада 2025 р. – 21,2 °С.

Фактична кількість опадів за червень 2025 р. (35 мм) була меншою за багаторічні дані (73 мм) на 38 мм, а у 2024 р. (81 мм) перевищила їх на 8 мм.

Формування зерна пшениці м'якої озимої від запліднення до молочної стиглості у 2024 р. (ГТК = 1,3) відбувалось за достатнього забезпечення вологою, а у 2025 р. за середньої посухи – ГТК = 0,6.

Середня температура повітря за першу і другу декади липня 2025 р. – 21,7 °С і особливо 24,5 °С у 2024 р. перевищувала середньо багаторічний показник (19,0 °С). Гідротермічний коефіцієнт за перші дві декади липня досліджуваних років 2024 р. (ГТК = 0,8), 2025 р. (ГТК = 0,3) вказує на середню посуху – 2024 р. і дуже сильну посуху у 2025 р. в період в повної воскової стиглості зерна пшениці.

Контрастні метеорологічні умови вегетаційних періодів у 2023/24–2024/25 рр. сприяли всебічній оцінці досліджуваного селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої за довжиною стебла і елементами структури врожайності. Вплив погодних умов на формування елементів продуктивності, показники ступеня фенотипового домінування, ступеня та частоти трансгресій буде описано у відповідних розділах.

### 2.3 Матеріал та методика проведення досліджень

Матеріалом досліджень були сорти пшениці м'якої озимої та гібриди  $F_{1,2}$ . Досліджувані батьківські форми: Миронівська ранньостигла (Миронівська ран.), Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.), Кольчуга, Золотоколоса, Чорнява, Антонівка, Єдність, Вдала, Добірна.

Гібриди і популяції  $F_2$  створені за наступних комбінацій схрещування (табл. 2).

Таблиця 2. Комбінації схрещування за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла

| № п/п                                    | Материнська форма        | Чоловіча форма                |
|--|--------------------------|-------------------------------|
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі</b>   |                          |                               |
| 1  | Миронівська ранньостигла | Білоцерківська напівкарликова |
| 2  | Миронівська ранньостигла | Кольчуга                      |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні</b>  |                          |                               |
| 3  | Миронівська ранньостигла | Золотоколоса                  |
| 4  | Миронівська ранньостигла | Чорнява                       |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі</b> |                          |                               |
| 5  | Миронівська ранньостигла | Антонівка                     |
| 6  | Миронівська ранньостигла | Єдність                       |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні</b>  |                          |                               |
| 7  | Миронівська ранньостигла | Вдала                         |
| 8  | Миронівська ранньостигла | Добірна                       |

Сівбу досліджуваного матеріалу проводили в кінці третьої декади вересня. Насіння гібридів ( $F_{1,2}$ ) висівали за схемою: материнська форма (♀), гібрид, чоловіча форма (♂). З гібридним поколінням працювали за методом педігрі.

У період вегетації пшениці проводили фенологічні спостереження, після настання повної стиглості зерна – біометричний аналіз досліджуваного матеріалу за середньою вибіркою 25 рослин в триразовій повторності [79]. Попередник – гірчиця на зерно. Агротехніка – загальноприйнята для

вирощування пшениці м'якої озимої в Лісостепу України. В основне удобрення вносили фосфорно-калійні добрива 60 кг/га діючої речовини у вигляді суперфосфату і калійної солі, під час відновлення весняної вегетації – аміачну селітру 60 кг/га в діючій речовині.

Кількісну оцінку довжини стебла і елементів структури врожаю проводили за показником середньої арифметичної ( $\bar{x}$ ), оцінку мінливості – за розмахом мінливості (*min-max*), дисперсією ( $S^2$ ) [80].

Масу 1000 зерен із колоса і рослини визначали за формулою:

$$\text{Маса 1000 зерен} = \frac{\text{маса зерна з колоса (рослини)}}{\text{кількість зерен у колосі (рослині)}} \times 1000.$$

Ступінь фенотипового домінування ( $h_p$ ) за кількісними ознаками визначали за методикою В. Griffing [81]:

$$h_p = \frac{(F_1 - MP)}{(BP - MP)},$$

де:  $F_1$  – середнє арифметичне значення гібрида;

$MP$  – середнє арифметичне значення батьківських форм;

$BP$  – середнє арифметичне значення батьківського компонента гібридизації з кращим проявом ознаки.

Отримані дані групували за класифікацією G. M. Veil, R. E. Atkins [82]: позитивне наддомінування (гетерозис)  $h_p > +1$ ; часткове позитивне домінування  $+0,5 < h_p \leq +1$ ; проміжне успадкування  $-0,5 \leq h_p \leq +0,5$ ; часткове від'ємне успадкування  $-1 \leq h_p < -0,5$ ; негативне наддомінування (депресія)  $h_p < -1$ .

Гіпотетичний ( $Ht$ ) та істинний ( $Htb$ ) гетерозис у  $F_1$  визначали за Matzinger D. F. [83] та S. Fonseca, F. Patterson [79]:

$$Ht (\%) = \frac{(F_1 - MP)}{MP} \times 100,$$

$$Htb (\%) = \frac{(F_1 - BP)}{BP} \times 100,$$

де:  $F_1$  – середнє арифметичне значення гібрида;

$MP$  – середнє арифметичне значення батьківських форм;

$BP$  – більший прояв ознаки одного з батьків.

Ступінь ( $Tc$ ) позитивної і від'ємної трансгресії у популяції  $F_2$  визначали за методиками [84].

Позитивні трансгресії:

$$Tc (\%) = \frac{(M_F - M_p)}{M_p} \times 100 ,$$

де:  $M_F$  – максимальне значення конкретної кількісної ознаки в  $F_2$ ;

$M_p$  – максимальне значення у кращої батьківської форми.

Від'ємні трансгресії:

$$Tc (\%) = \frac{(m_F - m_p)}{m_p} \times 100 ,$$

де:  $m_F$  – мінімальне значення ознаки в  $F_2$ ;

$m_p$  – мінімальне значення ознаки однієї з батьківських форм.

Частоту ( $Tc$ ) трансгресії визначали кількістю (%) особин популяції  $F_2$ , які перевищують ( $+T$ ) або поступаються ( $-T$ ) крайньому прояву ознаки у батьківських форм.

Для комплексної оцінки умов зволоження користувалися гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) – за Селяніновим [85], який враховує як надходження води у вигляді опадів, так і сумарну їх витрату на випаровування, яка визначається температурою повітря за цей же час і вираховується за формулою:

$$ГТК = \frac{\sum O}{0,1 \times \sum t^\circ}$$

де,  $\sum O$  – кількість опадів за період з температурами вище  $10^\circ\text{C}$ , мм;

$\sum t^\circ$  – сума температур вище  $10^\circ\text{C}$  за той же час зменшена у 10 разів.

Вважається, що за ГТК  $< 0,4$  – дуже сильна посуха, від  $0,4$  до  $0,5$  – сильна посуха, від  $0,5$  до  $0,6$  – середня посуха, від  $0,7$  до  $0,9$  – слабка посуха, від  $1,0$  до  $1,5$  – достатньо волого,  $> 1,5$  – надмірно волого [85].

Результати експериментальних даних обробляли статистичним методом за програмою «Statistica», версія 12.0.

## 2.4 Господарська характеристика вихідних батьківських форм

**Миронівська ранньостигла.** Сортовласники – МПП і ІФРГ. До Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні занесено у 2002 р. (далі у тексті рік реєстрації). Рекомендована зона вирощування Лісостеп і Полісся. Різновид *Lutescens*. Створений методом багаторазового індивідуального добору з популяції рослин, отриманої шляхом зміни ярої пшениці сорту ВТ-2288 (Туніс) в озиму. Ранньостиглий. Високостійкий до вилягання. Зимостійкий, жаростійкий і посухостійкий. Стійкість до хвороб (у балах): борошнистої роси – 7, бурої іржі – 7, септоріозу листя – 4. Урожайність у конкурсному сортовипробуванні 6,4–7,6 т/га. Цінна пшениця [86].

**Білоцерківська напівкарликова.** Створений у БЦ ДСС ІБКіЦ. Рік реєстрації 1999. Рекомендована зона Полісся і Лісостеп. Різновид *Erythrospermum*. Сорт виведений методом одноразового беккросу сортів Донський напівкарлик / Білоцерківська 47 // Донський напівкарлик з наступним індивідуальним доббором. Ранньостиглий. Напівкарлик з висотою рослин 71–80 см. Зимостійкий висока, за 5 бальною оцінкою 4,3–4,7 бала. Посухостійкість висока. Стійкий до проростання на пні, вилягання, бурої іржі. Середньостійкий до борошнистої роси, фузаріозу колоса, корневих гнилей. Маса 1000 зерен 48–50 г. Урожайність у конкурсному сортовипробуванні 6,6–9,7 т/га. Цінна пшениця [87].

**Кольчуга.** Створений у ТОВ НВА «Землеробець». Рік реєстрації 2007. Рекомендована зона Степ і Лісостеп. Різновид *Lutescens*. Ранньостиглий. Висота рослин 94–96 см. Зимостійкість 8,8 балів. Стійкість (у балах) до вилягання і обсіпання 8–9, хвороб 7–8. Маса 1000 зерен 42–45 г. Урожайність у конкурсному сортовипробуванні 9,0 т/га. Цінна пшениця [88].

**Золотоколоса.** Сортовласники ІФРГ і МПП. Рік реєстрації 2006. Рекомендований для вирощування у всіх зонах України. Різновид

*Erythrospermum*. Створений індивідуальним добром мутантних рослин, одержаних в результаті дії водного розчину мутагена ДАБ 0,05 % на насіння мутантного сорту Колумбія. Середньоранній. Зимостійкість висока. Високостійкий до: вилягання, ураження борошнистою росою та бурою листовою іржею, стікання, проростання та обсипання зерна в колосі, стійкий до посухи. Середня урожайність за даними оригінаторів 8,6 т/га. Цінна пшениця [86].

**Чорнява.** Сортовласник ІФРГ. Рік реєстрації 2011. Рекомендований для вирощування у всіх зонах України. Різновид *Erythrospermum*. Середньоранній з висотою рослин 85–100 см. Зимостійкий. Високостійкий до: вилягання, обсипання, хвороб. Маса 1000 зерен 39–42 г. Середня урожайність за даними сортовласника 10,5 т/г. Сильна пшениця [89].

**Антонівка.** Створений у СГІ-НЦНС. Рік реєстрації 2008. Рекомендована зона Степ і Лісостеп. Різновид *Erythrospermum*. Середньостиглий. Висота рослин 92–96 см. Стійкість (у балах) до: вилягання (7–8), осипання (8–9). Посухостійкість і зимостійкість (8–9 балів). Польова стійкість до захворювань (у балах): септорізу колоса (5–6), летючої та твердої сажки (3–4), борошнистої роси (3–5), бурої іржі (6–7), стеблової іржі (5–6). Маса 1000 зерен 36,2–44,4 г. Урожайність у сортовипробуванні 4,9–8,8 т/га. Сильна пшениця [90].

**Єдність.** Сортовласники СГІ-НЦНС, ЗАТ "Селена". Рік реєстрації 2008. Рекомендований для вирощування у всіх зонах України. Різновид *Lutescens*. Середньостиглий. Висота рослин 92–104 см. Зимостійкий, середньостійкий до вилягання та обсипання. Маса 1000 зерен 42–45 г. Потенціал врожайності 9,1–9,4 т/га. Сильна пшениця [90].

**Вдала.** Створений у СГІ-НЦНС. Рік реєстрації 2006. Рекомендована для вирощування у всіх зонах України. Різновид *Erythrospermum*. Середньопізній. Висота рослин 96–111 см. Стійкий до вилягання (8–9 балів), обсипання та проростання зерна в колосі. Стійкий до поширених хвороб, особливо до борошнистої роси (5–6 балів) та бурої іржі (6–7 балів). Морозостійкість (8–9

балів). Урожайність у сортовипробуванні 7,3–11,9 т/га. Надсильна пшениця [91].

**Добірна.** Сортовласники МПП і ІФРГ. Рік реєстрації 2005. Рекомендований для вирощування у всіх зонах України. Різновид *Lutescens*. Створений індивідуальним добором мутантної рослини з гібридної популяції Миронівська 61 / Донецька 48, насіння якої оброблено водним розчином НЕС у концентрації 0,005 % Середньопізній. Стійкість до вилягання (8,8–9,0 балів), зимостійкість вищесередня, посухостійкий, стійкість до обсіпання зерна, ураження борошнистою росю та середньостійкий до ураження бурю листковою іржею. Урожайність у сортовипробуванні 5,0–9,7 т/га. Сильна пшениця [86].

### РОЗДІЛ 3

## ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ В F<sub>1</sub> ТА ФОРМОТВОРЕННЯ В F<sub>2</sub> ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРИНСЬКОЮ ФОРМОЮ РАННЬОСТИГЛОГО СОРТУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ МИРОНІВСЬКА РАННЬОСТИГЛА

Селекційна робота визначається численними чинниками, серед яких ключове значення має пошук джерел із комплексом цінних господарських ознак. Однією з основних проблем теорії селекції залишається правильний підбір вихідного матеріалу для різних напрямів селекційної діяльності [92]. Батьківські компоненти, що використовуються в гібридизації, повинні мати не лише високий генотиповий рівень цінних ознак, а й підвищені донорські властивості [93].

Схрещування сортів, які відрізняються морфологічними, біологічними та фізіологічними характеристиками, а також генетичним потенціалом продуктивності та стійкості до біотичних і абіотичних стресових факторів, призводить до утворення численних генетично змінених форм, у яких поєднуються ознаки кількох батьків у єдиному генотипі. Це різноманіття рекомбінантів слугує вихідним матеріалом для подальшого створення нових генотипів, що оптимально реалізують свій потенціал у конкретних умовах середовища. Для ефективного підбору батьківських компонентів спершу визначають напрям селекції та агроєкологічні умови планованої зони вирощування, враховуючи фактори, які можуть обмежувати потенційну врожайність сорту [20].

Створення високопродуктивних сортів зернових культур із стабільною врожайністю завжди залишалося і залишається ключовим завданням селекції. Урожайність пшениці м'якої озимої визначається характером прояву структурних компонентів продуктивності, які значно змінюються під впливом біотичних та абіотичних факторів навколишнього середовища. Результати

формування цих компонентів найбільш повно відображають вплив умов вирощування на рослини протягом їхнього онтогенезу. Основними чинниками, що визначають рівень урожайності, є щільність продуктивного стеблостою та продуктивність колоса, які залежать від світлового і температурного режимів, вологості ґрунту та інших факторів. Вони взаємопов'язані і визначають інтенсивність росту та розвитку рослин на різних етапах вегетації, а, зрештою, і їх продуктивність [94].

Важливим напрямом селекції пшениці є підвищення врожайності за рахунок збільшення продуктивності колоса. Для цього використовують різні підходи: одні селекціонери орієнтуються на збільшення кількості зерен, інші – на крупність зерна. Однак ефективність добору за цими ознаками не завжди є стабільною, оскільки рівень їх прояву значною мірою змінюється під впливом умов зовнішнього середовища. Тому важливо вивчати особливості формування та прояву цих ознак, визначати внесок кожної з них у загальну продуктивність і встановлювати взаємозв'язки між ними. Основне завдання селекціонерів полягає в створенні сортів із оптимальним поєднанням високих показників усіх ключових елементів продуктивності в одному генотипі, що дозволяє максимально підвищити врожайність зерна [95].

Для ефективного управління продукційним потенціалом пшениці озимої необхідно створювати сорти, які поєднують високий генетичний потенціал урожайності з адаптивністю до стресових умов і здатністю максимально використовувати сприятливі фактори середовища. Урожайність формується в результаті складної взаємодії багатьох процесів із різноспрямованим впливом. Дослідження показують, що на формування елементів структури врожайності суттєво впливають як погодні умови, так і генотип. Особливу увагу в селекційно-генетичних дослідженнях приділяють висоті рослин, яка відіграє важливу роль у забезпеченні високого рівня врожайності [96].

### 3.1 Продуктивна кущистість

У формуванні високопродуктивних агрофітоценозів пшениці м'якої озимої важливу роль відіграє кущіння, яке дозволяє рослинам ефективно використовувати життєвий простір та підтримувати гомеостаз. Продуктивна кущистість є одним із ключових компонентів, що визначають зернову продуктивність рослин, і залежить від генотипу, умов вирощування та взаємодії «генотип–умови року» [97].

Результати досліджень свідчать, що у 2024 р. продуктивна кущистість батьківських форм змінювалась від 1,2 шт. стебл / рослину (Вдала) до 1,8 шт. стебл / рослину (Миронівська ранньостигла, Єдність). Перевищення над середнім по досліді показником (1,5 шт. стебл / рослину) визначено у чотирьох із девяти сортів (табл. 3).

За використання в гібридизації ранньостиглого сорту материнською формою Миронівська ранньостигла отримані гібриди у 2024 р. значно різнилися за продуктивною кущистістю. Максимальна продуктивна кущистість у гібриду Миронівська ранньостигла / Антонівка (4,8 шт. стебел / рослину), дещо меншу продуктивну кущистість відмічено у Миронівська ранньостигла / Вдала (4,3 шт. стебел / рослину) та Миронівська ранньостигла / Кольчуга (4,2 шт. стебел / рослину). У всіх інших гібридів продуктивна кущистість була на рівні 3,2–3,8 шт. стебел / рослину. Слід відмітити, що у 2024 р. всі досліджувані гібриди за продуктивною кущистістю переважали над батьківськими формами.

Гетерозис визначено у всіх комбінацій схрещування, які досліджували. Встановлено значний вплив батьківських компонентів гібридизації та умов року на показники як гіпотетичного, так і істинного гетерозису. Високі показники гіпотетичного (200,0–137,5 %) та істинного (166,7–111,1 %) гетерозису визначено у Миронівська ранньостигла / Антонівка, Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Кольчуга, Миронівська ранньостигла / Золотоколоса.

**Таблиця 3. Гетерозис і ступінь фенотипового домінування продуктивної кущистості в F<sub>1</sub>, за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла (2024 р.)**

| Комбінація схрещування                   | Продуктивна кущистість, шт. стебел / рослину |     |                | Гетерозис, % |       | h <sub>p</sub> |
|--|--|-----|----------------|--------------|-------|----------------|
|  | ♀  | ♂   | F <sub>1</sub> | Ht           | Hbt   |                |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі</b>   |  |     |                |              |       |                |
| Миронівська ран. / Б.Ц. н/к.             | 1,8  | 1,6 | 3,6            | 111,8        | 100,0 | 19,0           |
| Миронівська ран. / Кольчуга              | 1,8  | 1,5 | 4,2            | 154,5        | 133,3 | 17,0           |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні</b>  |  |     |                |              |       |                |
| Миронівська ран. / Золотоколоса          | 1,8  | 1,4 | 3,8            | 137,5        | 111,1 | 11,0           |
| Миронівська ран. / Чорнява               | 1,8  | 1,5 | 3,3            | 100,0        | 83,3  | 11,0           |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі</b> |  |     |                |              |       |                |
| Миронівська ран. / Антонівка             | 1,8  | 1,4 | 4,8            | 200,0        | 166,7 | 16,0           |
| Миронівська ран. / Єдність               | 1,8  | 1,8 | 3,2            | 75,6         | 73,5  | 62,6           |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні</b>  |  |     |                |              |       |                |
| Миронівська ран. / Вдала                 | 1,8  | 1,2 | 4,3            | 186,7        | 138,9 | 9,3            |
| Миронівська ран. / Добірна               | 1,8  | 1,6 | 3,6            | 111,8        | 100,0 | 19,0           |

Визначені показники ступеня фенотипового домінування у 2024 р. свідчать, що детермінація продуктивної кущистості у всіх досліджуваних гібридів (100,0 %) відбувалася за позитивним наддомінуванням – h<sub>p</sub> = 9,3–62,6. Детермінація продуктивної кущистості за іншими типами успадкування не відмічена.

Проведені дослідження свідчать, що показники ступеня фенотипового домінування продуктивної кущистості в F<sub>1</sub> у 2024 р. залежать як від компонентів гібридизації, так і умов року.

Нами встановлено, що у 2025 р. продуктивна кущистість батьківських форм була сформована від 1,2 (Антонівка) до 2,2 шт. стебел / рослину – Єдність (табл. 4).

**Таблиця 4. Трансгресивна мінливість продуктивної кущистості в популяції F<sub>2</sub>, отриманих за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла (2025 р.)**

| Популяція F <sub>2</sub>                 | Продуктивна кущистість,<br>шт. стебел / рослину |     |                |           |                | Трансгресія |          |
|--|---|-----|----------------|-----------|----------------|-------------|----------|
|  | ♀   | ♂   | F <sub>2</sub> | max прояв |                | Tс,<br>%    | Tч,<br>% |
|  |   |     |                | P         | F <sub>2</sub> |             |          |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі</b>   |   |     |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Б.Ц. н/к.             | 1,8   | 1,4 | 3,7            | 4         | 5              | 25,0        | 10,0     |
| Миронівська ран. / Кольчуга              | 1,8   | 1,6 | 3,4            | 4         | 6              | 50,0        | 9,6      |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні</b>  |   |     |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Золотоколоса          | 1,8   | 1,4 | 3,5            | 3         | 6              | 100,0       | 12,0     |
| Миронівська ран. / Чорнява               | 1,8   | 1,6 | 4,1            | 4         | 7              | 75,0        | 12,4     |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі</b> |   |     |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Антонівка             | 1,8   | 1,2 | 3,5            | 3         | 5              | 66,6        | 6,8      |
| Миронівська ран. / Єдність               | 1,8   | 2,2 | 3,6            | 4         | 5              | 25,0        | 5,6      |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні</b>  |   |     |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Вдала                 | 1,8   | 1,3 | 3,7            | 4         | 6              | 50,0        | 8,8      |
| Миронівська ран. / Добірна               | 1,8   | 1,4 | 2,8            | 3         | 6              | 100,0       | 11,2     |

Усі гібридні популяції, створені за гібридизації сортів пшениці м'якої озимої різних груп стиглості, мали крайні максимальні показники продуктивної кущистості на рівні 5–7 шт. стебел / рослину перевищуючи батьківські форми (3–4 шт. стебел / рослину), що вказує на вдалий підбір

батьківських пар і як результат проведення доборів за досліджуваною ознакою.

У досліджуваних популяцій  $F_2$  встановлено позитивний ступінь трансгресії (25,0–100,0%) з частотою вищеплення рекомбінантів від 5,6 до 12,4 %. Високі показники відмічені в популяції Миронівська ранньостигла / Золотоколоса ( $T_c = 100,0$  %;  $T_{ch} = 12,0$  %), Миронівська ранньостигла / Добірна ( $T_c = 100,0$  %;  $T_{ch} = 11,2$  %), Миронівська ранньостигла / Чорнява ( $T_c = 75,0$ %;  $T_{ch} = 12,4$  %), Миронівська ранньостигла / Антонівка ( $T_c = 66,6$  %;  $T_{ch} = 6,8$  %).

Максимальне значення продуктивної куцистості у батьківських форм (4 шт. стебел / рослину) встановили у сортів Білоцерківська напівкарликова, Кольчуга, Чорнява, Єдність і Вдала (рис. 1).

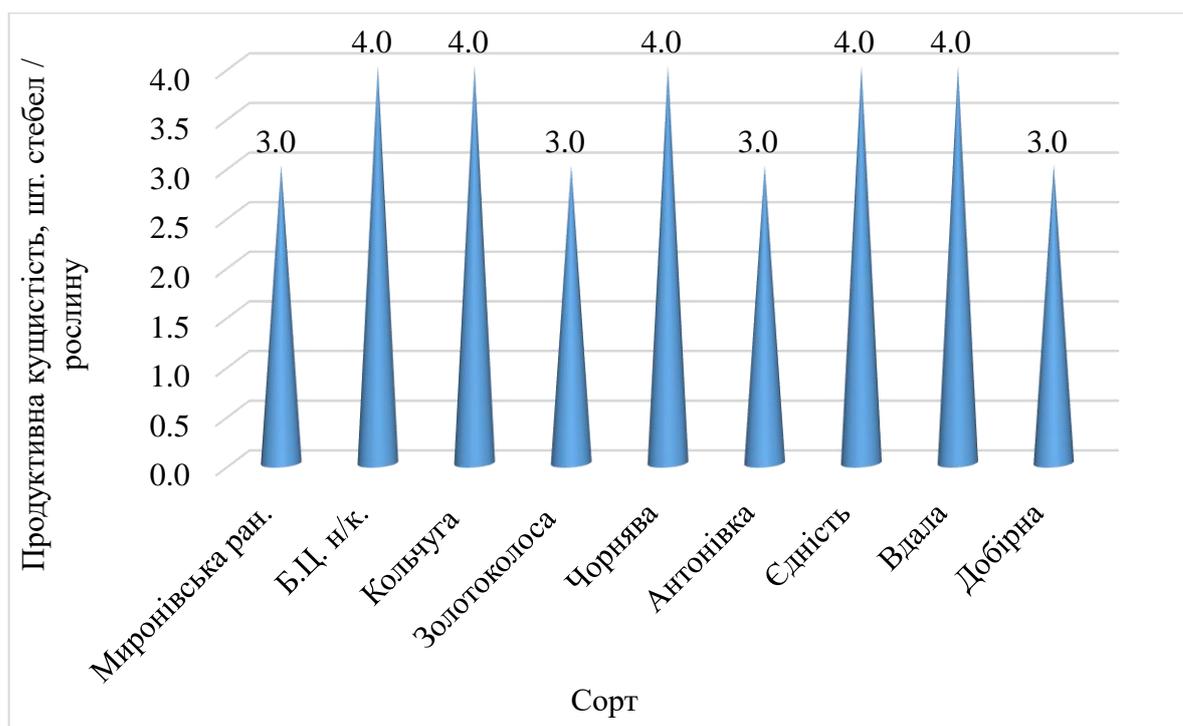


Рис. 1. Максимальний прояв продуктивної куцистості у батьківських форм (2025 р.)

Максимальне значення продуктивної куцистості у популяції  $F_2$  (7 шт. стебел / рослину) встановили у Миронівська ранньостигла / Чорнява (рис. 2).

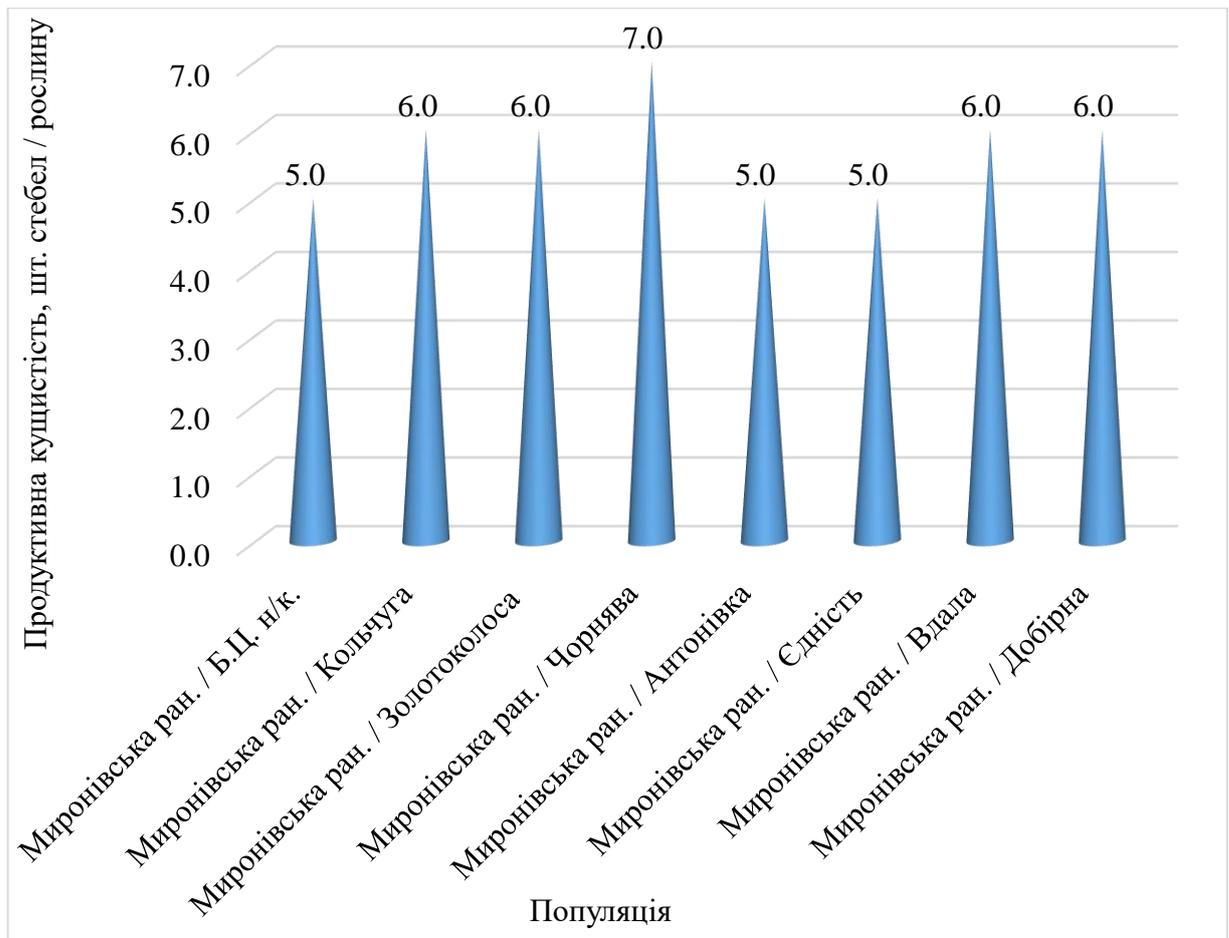


Рис. 2. Максимальний прояв продуктивної кущистості у F<sub>2</sub> (2025 р.)

Залучення до гібридизації сортів різних груп стиглості сприяє формотворенню в популяції F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої з можливістю добору господарсько-цінних рекомбінантів з високими показниками продуктивної кущистості.

### 3.2 Довжина головного колоса

Продуктивність колоса також є важливою ознакою, що впливає на загальну врожайність пшениці озимої, і значною мірою варіює залежно від умов вирощування. Було встановлено, що довжина головного колоса змінюється під впливом ґрунтово-кліматичних умов, які формуються в період розвитку елементів колоса [106].

Одними з основних зовнішніх факторів, що впливають на довжину колоса, є температура, інтенсивність освітлення та тривалість дня. Найдовші

колоси з найбільшою кількістю колосків формуються за умов помірних температур і достатньої освітленості, що сповільнює темпи росту та подовжує період закладання сегментів майбутніх члеників колосового стрижня. Це сприяє збільшенню потенціалу зернової продуктивності колоса. Розсіяне освітлення у поєднанні з помірними температурами (5–10 °С) та достатнім живленням рослин забезпечує утворення крупних колосів [106].

Експериментальні дані свідчать, що в умовах 2024 р. довжина головного колоса у батьківських форм змінювалася від 6,1 см (Єдність) до 9,5 см – Чорнява. Перевищення над середнім по досліді показником (7,6 см) визначено у трьох із дев'яти сортів (табл. 5).

**Таблиця 5. Гетерозис і ступінь фенотипового домінування довжини головного колоса в F<sub>1</sub>, за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла (2024 р.)**

| Комбінація схрещування                   | Довжина колоса, см |     |                | Гетерозис, % |      | h <sub>p</sub> |
|--|--------------------|-----|----------------|--------------|------|----------------|
|  | ♀                  | ♂   | F <sub>1</sub> | Ht           | Hbt  |                |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі</b>   |                    |     |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Б.Ц. н/к.             | 7,3                | 7,7 | 9,1            | 21,3         | 18,2 | 8,0            |
| Миронівська ран. / Кольчуга              | 7,3                | 8,8 | 9,9            | 22,2         | 12,5 | 2,5            |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні</b>  |                    |     |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Золотоколоса          | 7,3                | 6,7 | 8,6            | 22,9         | 17,8 | 5,3            |
| Миронівська ран. / Чорнява               | 7,3                | 9,5 | 10,5           | 25,0         | 10,5 | 1,9            |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі</b> |                    |     |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Антонівка             | 7,3                | 7,6 | 8,8            | 18,1         | 15,8 | 9,0            |
| Миронівська ран. / Єдність               | 7,3                | 6,1 | 9,7            | 44,8         | 32,9 | 4,6            |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні</b>  |                    |     |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Вдала                 | 7,3                | 7,0 | 9,6            | 33,4         | 31,5 | 16,3           |
| Миронівська ран. / Добірна               | 7,3                | 7,5 | 9,0            | 21,6         | 20,0 | 16,0           |

За використання в гібридизації ранньостиглого сорту материнською формою Миронівська ранньостигла отримані гібриди у 2024 р. різнилися за довжиною колоса. Максимальна довжина колоса відмічена у Миронівська ранньостигла / Чорнява (10,5 см). Дещо меншу довжину колоса мали Миронівська ранньостигла / Кольчуга (9,9 см), Миронівська ранньостигла / Єдність (9,7 см) та Миронівська ранньостигла / Вдала (9,6 см). У всіх інших гібридів довжина колоса була на рівні 8,8–9,1 см. Слід відмітити, що у 2024 р. всі досліджувані гібриди за довжиною колоса перевищували батьківські форми.

У всіх комбінацій схрещування визначено позитивний гіпотетичний (44,8–18,1 %) та істинний (32,9–10,5 %) гетерозис. Високі показники гіпотетичного (44,8–25,0 %) та істинного (32,9–10,5 %) гетерозису визначено у Миронівська ранньостигла / Єдність, Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Чорнява.

Позитивне наддомінування за довжиною головного колоса ( $h_p=1,9-16,3$ ) відмічене у всіх досліджуваних гібридів.

У 2025 р. довжина головного колоса у батьківських форм знаходилася в межах від 6,1 см (Єдність) до 9,7 см – Чорнява (табл. 6).

У всіх популяцій  $F_2$ , створених за гібридизації материнською формою Миронівська ранньостигла, крайні максимальні показники довжини головного колоса (11,0–12,5 см) значно перевищували досліджувані батьківські форми (9,0–11,0 см), що свідчить про значний формотворчий процес та можливість проведення доборів за довжиною головного колоса.

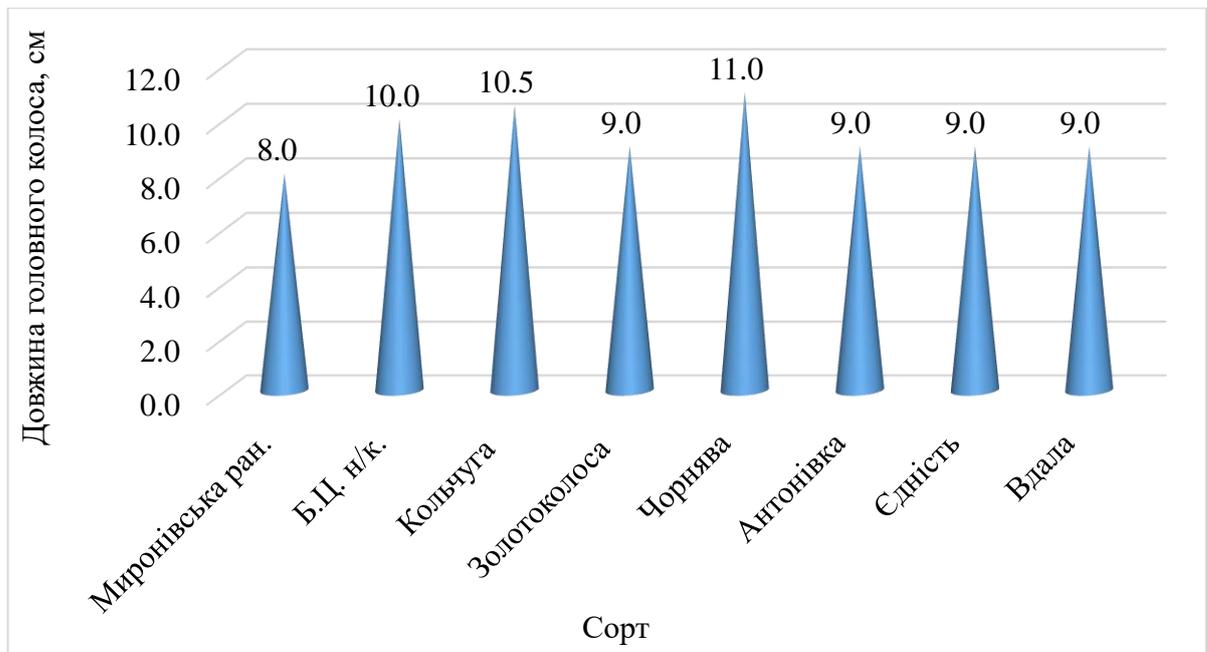
Проведені дослідження свідчать, що у всіх популяцій  $F_2$  встановлений позитивний ступінь і частота трансгресій за довжиною головного колоса. Високі показники відмічені в популяціях: Миронівська ранньостигла / Антонівка ( $T_c = 38,9$  %;  $T_{ch} = 86,7$  %); Миронівська ранньостигла / Вдала ( $T_c = 33,3$  %;  $T_{ch} = 86,7$ ); Миронівська ранньостигла / Єдність ( $T_c = 27,8$  %;  $T_{ch} = 63,3$  %); Миронівська ранньостигла / Золотоколоса ( $T_c = 27,3$  %;

$T_c = 86,7 \%$ ); Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова.  
( $T_c = 25,0 \%$ ;  $T_{ч} = 50,0 \%$ ).

**Таблиця 6. Трансгресивна мінливість довжини головного колоса в популяції  $F_2$ , отриманих за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла (2025 р.)**

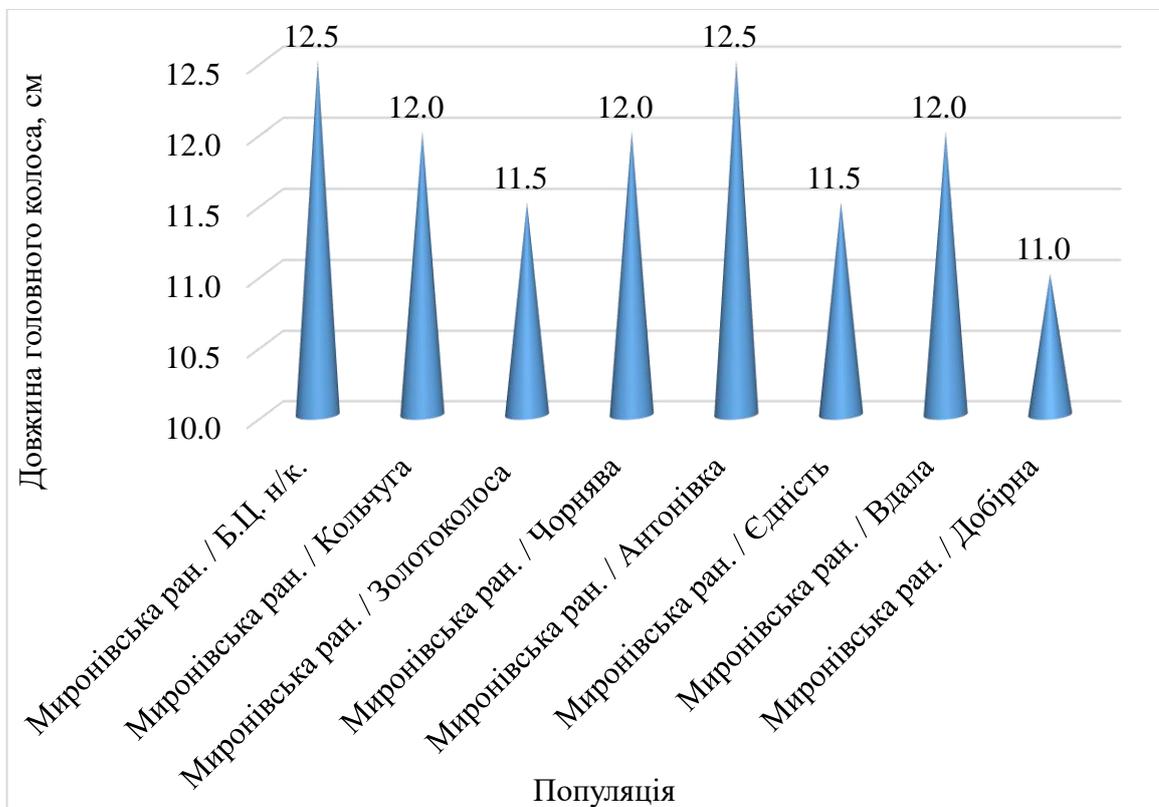
| Популяція $F_2$                          | Довжина головного колоса,<br>см |     |       |           |       | Трансгресія  |                |
|--|---------------------------------|-----|-------|-----------|-------|--------------|----------------|
|  | ♀                               | ♂   | $F_2$ | max прояв |       | $T_c$ ,<br>% | $T_{ч}$ ,<br>% |
|  |                                 |     |       | P         | $F_2$ |              |                |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі</b>   |                                 |     |       |           |       |              |                |
| Миронівська ран. / Б.Ц. н/к.             | 7,3                             | 7,8 | 10,3  | 10,0      | 12,5  | 25,0         | 50,0           |
| Миронівська ран. / Кольчуга              | 7,3                             | 9,0 | 10,6  | 10,5      | 12,0  | 14,3         | 40,0           |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні</b>  |                                 |     |       |           |       |              |                |
| Миронівська ран. / Золотоколоса          | 7,3                             | 6,3 | 10,3  | 9,0       | 11,5  | 27,3         | 86,7           |
| Миронівська ран. / Чорнява               | 7,3                             | 9,7 | 10,3  | 11,0      | 12,0  | 9,1          | 26,7           |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі</b> |                                 |     |       |           |       |              |                |
| Миронівська ран. / Антонівка             | 7,3                             | 7,9 | 10,1  | 9,0       | 12,5  | 38,9         | 86,7           |
| Миронівська ран. / Єдність               | 7,3                             | 6,1 | 9,6   | 9,0       | 11,5  | 27,8         | 63,3           |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні</b>  |                                 |     |       |           |       |              |                |
| Миронівська ран. / Вдала                 | 7,3                             | 6,7 | 10,2  | 9,0       | 12,0  | 33,3         | 86,7           |
| Миронівська ран. / Добірна               | 7,3                             | 8,0 | 9,8   | 9,5       | 11,0  | 15,8         | 60,7           |

Максимальне значення довжини головного колоса у батьківських форм (11,0 см) встановили у сорту Чорнява (рис. 3).



**Рис. 3. Максимальний прояв довжини головного колоса у батьківських форм (2025 р.)**

Максимальне значення продуктивної кущистості у популяції F<sub>2</sub> (12,5 см) встановили у Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова та Миронівська ранньостигла / Антонівка (рис. 4).



**Рис. 4. Максимальний прояв довжини колоса у F<sub>2</sub> (2025 р.)**

Таким чином за гібридизації батьківських форм пшениці м'якої озимої нам вдалось значно розширити формотворчий процес за довжиною головного колоса і провести добори генотипів  $F_2$ , які поєднують високі показники довжини головного колоса з іншими господарсько цінними ознаками і властивостями.

### **3.3 Кількість колосків**

Продуктивність колоса визначається кількістю та масою зерен. Водночас ці показники залежать від сприятливих умов росту та розвитку пшениці на початку III етапу органогенезу, який характеризується диференціацією конуса наростання, тобто формуванням майбутнього колоса. Чим кращими є умови вирощування в цей період та чим довше рослини перебувають на цьому етапі розвитку, тим більше формується сегментів із більшою кількістю колосків. Важливу роль у озерненості колоса відіграє кількість квіток у колоску. Формування квіткових горбиків та їх редукція відбуваються у фазу виходу рослин у трубку, тому період від ЧВВВ до цієї фази є ключовим для формування озерненості як важливого елемента структури врожаю [107].

Отримані, за 2024 р., дані свідчать, що кількість колосків у головному колосі у батьківських компонентів гібридизації знаходяться в межах від 15,7 шт. (Кольчуга, Добірна) до 17,7 шт. – Чорнява. Встановлено, що формування кількості колосків у головному колосі пшениці м'якої залежить від генотипу, та взаємодії генотип-середовище. Перевищення середнього по досліді показника (16,4 шт.) за кількості колосків у головному колосі, відмічено лише у трьох із дев'яти генотипів, а саме: Чорнява (17,7 шт.), Вдала (17,2 шт.) та Миронівська ранньостигла – 16,6 шт. (табл. 7).

За кількістю колосків у головному колосі більшість гібридів (16,9–18,1 шт.) перевищували вихідні форми, окрім Миронівська ранньостигла / Чорнява. При цьому високі значення (18,0–18,1 шт.) відмічені у Миронівська ранньостигла / Золотоколоса, Миронівська ранньостигла / Вдала., Миронівська ранньостигла / Єдність. Формування в гібридів вищих

показників кількості колосків, ніж у батьківських форм, свідчить про гетерозисний ефект.

**Таблиця 7. Гетерозис і ступінь фенотипового домінування за кількістю колосків з головного колоса в F<sub>1</sub>, отриманих за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла (2024 р.)**

| Комбінація схрещування                 | Кількість колосків, шт. |      |                | Гетерозис, % |      | h <sub>p</sub> |
|--|-------------------------|------|----------------|--------------|------|----------------|
|  | ♀                       | ♂    | F <sub>1</sub> | Ht           | Hbt  |                |
| <b>♀ ранньостиглі/♂ ранньостиглі</b>   |                         |      |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Б.Ц. н/к.           | 16,6                    | 15,8 | 16,9           | 4,3          | 1,8  | 1,8            |
| Миронівська ран. / Кольчуга            | 16,6                    | 15,7 | 17,1           | 5,6          | 3,0  | 2,1            |
| <b>♀ ранньостиглі/♂ середньоранні</b>  |                         |      |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Золотоколоса        | 16,6                    | 16,3 | 18,1           | 9,7          | 9,0  | 11,0           |
| Миронівська ран. / Чорнява             | 16,6                    | 17,7 | 17,0           | -1,2         | -4,0 | -0,3           |
| <b>♀ ранньостиглі/♂ середньостиглі</b> |                         |      |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Антонівка           | 16,6                    | 16,1 | 17,0           | 3,7          | 2,4  | 2,6            |
| Миронівська ран. / Єдність             | 16,6                    | 16,3 | 18,0           | 9,1          | 8,4  | 10,3           |
| <b>♀ ранньостиглі/♂ середньопізні</b>  |                         |      |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Вдала               | 16,6                    | 17,2 | 18,1           | 7,1          | 5,2  | 4,0            |
| Миронівська ран. / Добірна             | 16,6                    | 15,7 | 16,9           | 4,3          | 1,8  | 1,7            |

За значної генетичної дивергенції батьківських компонентів гібридизації, можливе виникнення в F<sub>1</sub> ефекту гетерозису за продуктивністю, життєздатністю, пристосованістю до біотичних і абіотичних факторів навколишнього середовища. Дослідженнями встановлено, що у більшості (87,5 %) F<sub>1</sub>, залежно від компонентів гібридизації, гіпотетичний гетерозис становив 3,7–9,7 %, а істинний – 1,8–9,0 %.

Найбільш поширеним типом успадкування, кількості колосків із головного колоса, було позитивне наддомінування ( $h_p = 1,7-11,0$ ). Та лише у гібриду Миронівська ранньостигла / Чорнява визначено проміжне успадкування ( $h_p = -0,3$ ). Встановлено, що на показник ступеня фенотипового домінування в  $F_1$  значно впливали підібрані до схрещування батьківські форми.

У 2025 р. кількість колосків у батьківських форм знаходилася в межах від 15,7 шт. (Білоцерківська напівкарликова) до 18,0 шт. – Чорнява. Середній по досліді показник (16,5 шт.) перевищували за кількістю колосків сорти – Чорнява (18,0 шт.), Вдала (17,9 шт.) та Миронівська ранньостигла – 16,6 шт. За кількістю колосків у колосі (18,3–19,7 шт.) всі популяції  $F_2$  перевищували вихідні компоненти гібридизації. При цьому, більшість із них за максимальним проявом рекомбінантів (21–22 шт.) значно перевищували батьківські форми, що свідчить про значне формотворення і можливість проведення доборів за досліджуваною ознакою (табл. 8).

Дослідженнями встановлено, що у шести з дев'яти популяцій  $F_2$ , за кількістю колосків у головному колосі, визначений позитивний ступінь трансгресії (10,5–15,8 %), на показники якого значно впливали підібрані пари гібридизації. Частота рекомбінантів, залежно від комбінації схрещування, сягала 26,7–66,7 %. За високого прояву кількості колосків у колосі найвищий ступінь і частоту трансгресій встановлено в популяції: Миронівська ранньостигла / Кольчуга ( $T_c = 15,8$  %;  $T_c = 66,7$  %); Миронівська ранньостигла / Добірна ( $T_c = 15,8$  %;  $T_c = 64,3$  %); Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова ( $T_c = 15,8$  %;  $T_c = 63,3$  %).

Формування елементів структури врожайності і характер їх успадкування у ранніх поколіннях є важливим напрямом досліджень, оскільки його вирішення дає можливість прогнозувати селекційну цінність доборів.

**Таблиця 8. Трансгресивна мінливість кількості колосків в популяції F<sub>2</sub>, отриманих за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла (2025 р.)**

| Популяція F <sub>2</sub>               | Кількість колосків, шт. |      |                |           |                | Трансгресія |          |
|--|-------------------------|------|----------------|-----------|----------------|-------------|----------|
|  | ♀                       | ♂    | F <sub>2</sub> | max прояв |                | Tс,<br>%    | Tч,<br>% |
|  |                         |      |                | P         | F <sub>2</sub> |             |          |
| <b>♀ ранньостиглі/♂ ранньостиглі</b>   |                         |      |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Б.Ц. н/к.           | 16,6                    | 15,7 | 19,5           | 19        | 22             | 15,8        | 63,3     |
| Миронівська ран. / Кольчуга            | 16,6                    | 16,0 | 19,7           | 19        | 22             | 15,8        | 66,7     |
| <b>♀ ранньостиглі/♂ середньоранні</b>  |                         |      |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Золотоколоса        | 16,6                    | 16,4 | 19,0           | 19        | 21             | 10,5        | 33,3     |
| Миронівська ран. / Чорнява             | 16,6                    | 18,0 | 19,2           | 22        | 22             | -           | -        |
| <b>♀ ранньостиглі/♂ середньостиглі</b> |                         |      |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Антонівка           | 16,6                    | 16,0 | 19,2           | 19        | 22             | 15,8        | 46,7     |
| Миронівська ран. / Єдність             | 16,6                    | 16,0 | 18,3           | 19        | 22             | 15,8        | 26,7     |
| <b>♀ ранньостиглі/♂ середньопізні</b>  |                         |      |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Вдала               | 16,6                    | 17,9 | 18,7           | 21        | 21             | -           | -        |
| Миронівська ран. / Добірна             | 16,6                    | 15,8 | 19,4           | 19        | 22             | 15,8        | 64,3     |

Максимальне значення кількості колосків у колосі у батьківських форм (22 шт. стебел / рослину) встановили у сорту Чорнява (рис. 5).

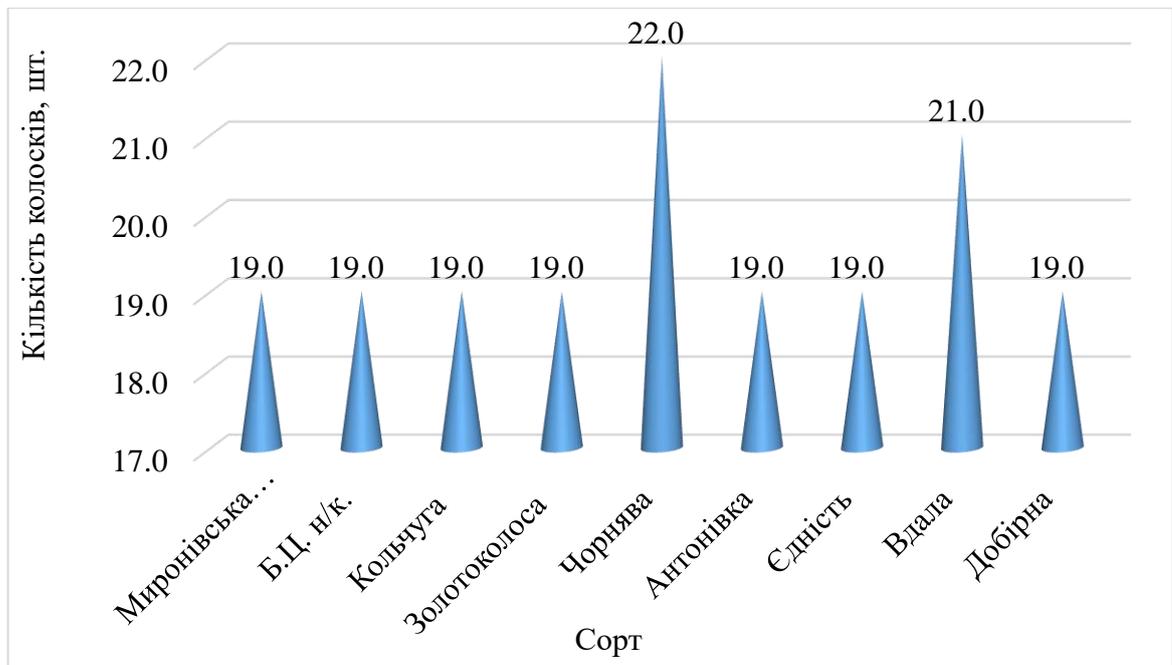


Рис. 5. Максимальний прояв кількості колосків у колосі у батьківських форм (2025 р.)

Максимальне значення кількості колосків у колосі у встановили у більшості популяцій  $F_2$  – 22 шт. (рис. 6).

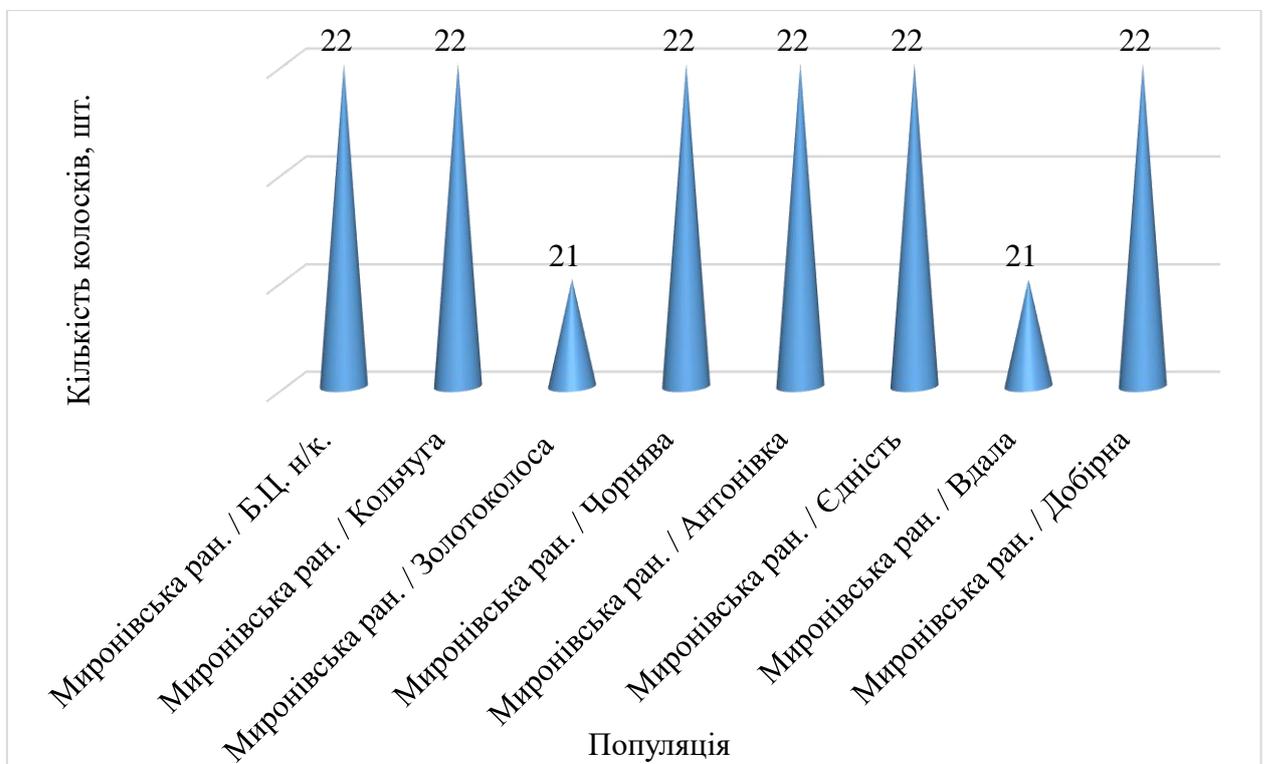


Рис. 6. Максимальний прояв кількості колосків у колосі у  $F_2$  (2025 р.)

Нами встановлено, що кількість колосків у головному колосі пшениці м'якої озимої батьківських форм є генетично обумовленою ознакою і формується під впливом генотипу, умов року і взаємодії «генотип-умови року».

### **3.4 Кількість зерен**

За даними дослідників, кількість зерен у головному колосі є одним із найважливіших елементів структури врожайності пшениці м'якої озимої. Озерненість колоса залежить як від генотипових характеристик — довжини колоса, кількості колосків, фертильності квіток, — так і від умов навколишнього середовища під час цвітіння, запилення та запліднення. Ознака «кількість зерен із головного колоса» характеризується відносно низькою мінливістю та є значущим показником продуктивності колоса [100].

Результати досліджень свідчать, що у 2024 р. кількість зерен у батьківських форм змінювалась від 37,7 шт. (Білоцерківська напівкарликова) до 54,4 шт. – Чорнява. Перевищення над середнім по досліді показником (42,0 шт.) визначено у Золотоколоса і Чорнява (табл. 9).

За використання в гібридизації ранньостиглого сорту материнською формою Миронівська ранньостигла отримані гібриди у 2024 р. значно різнилися за кількістю зерен із колоса. Максимальна кількість зерен відмічена у гібриду Миронівська ранньостигла / Вдала (69,1 шт.). Дещо меншу кількість зерен відмічено у Миронівська ранньостигла / Чорнява (64,9 шт.) та Миронівська ранньостигла / Єдність – 64,2 шт. У всіх інших гібридів кількість зерен була на рівні 53,6–63,5 шт. Слід відмітити, що у 2024 р. усі досліджувані гібриди за кількістю зерен у колосі значно перевищили батьківські компоненти схрещування.

Таблиця 9. Гетерозис і ступінь фенотипового домінування кількості зерен в F<sub>1</sub>, за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла (2024 р.)

| Комбінація схрещування                   | Кількість зерен, шт. |      |                | Гетерозис, % |      | h <sub>p</sub> |
|--|----------------------|------|----------------|--------------|------|----------------|
|  | ♀                    | ♂    | F <sub>1</sub> | Ht           | Hbt  |                |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі</b>   |                      |      |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Б.Ц. н/к.             | 39,1                 | 37,7 | 63,5           | 65,4         | 62,4 | 35,9           |
| Миронівська ран. / Кольчуга              | 39,1                 | 41,8 | 59,5           | 47,1         | 42,3 | 14,1           |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні</b>  |                      |      |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Золотоколоса          | 39,1                 | 42,2 | 63,8           | 56,9         | 51,2 | 14,9           |
| Миронівська ран. / Чорнява               | 39,1                 | 54,4 | 64,9           | 38,8         | 19,3 | 2,4            |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі</b> |                      |      |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Антонівка             | 39,1                 | 41,1 | 53,6           | 33,7         | 30,4 | 13,5           |
| Миронівська ран. / Єдність               | 39,1                 | 40,8 | 64,2           | 60,5         | 57,4 | 28,5           |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні</b>  |                      |      |                |              |      |                |
| Миронівська ран. / Вдала                 | 39,1                 | 39,9 | 69,1           | 74,9         | 73,2 | 74,0           |
| Миронівська ран. / Добірна               | 39,1                 | 40,7 | 63,1           | 58,1         | 55,0 | 29,0           |

Встановлено значний вплив батьківських компонентів гібридизації та умов року на показники як гіпотетичного, так і істинного гетерозису. Високі показники гіпотетичного (74,9–56,9 %) та істинного (73,2–51,2 %) гетерозису визначено у Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова, Миронівська ранньостигла / Єдність, Миронівська ранньостигла / Добірна, Миронівська ранньостигла / Золотоколоса.

Визначені показники ступеня фенотипового домінування свідчать, що детермінація кількості зерен у всіх досліджуваних гібридів відбувалася за

позитивним наддомінуванням –  $h_p = 2,4-74,0$ . Детермінація кількості зерен за іншими типами успадкування не відмічена.

Проведені дослідження свідчать, що показники ступеня фенотипового домінування кількості зерен в  $F_1$  у 2024 р. залежать як від компонентів гібридизації, так і умов року.

Нами встановлено, що у 2025 р. кількість зерен із колоса у батьківських форм була сформована на рівні від 38,4 шт. Кольчуга до 59,0 шт. Чорнява. Перевищення над середнім по досліді показником (42,8 шт.) відмічено у сортів Чорнява, Добірна та Єдність. (табл. 10).

**Таблиця 10. Трансгресивна мінливість кількості зерен в популяції  $F_2$ , отриманих за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла (2025 р.)**

| Популяція $F_2$                          | Кількість зерен, шт. |      |       |           |       | Трансгресія |          |
|--|----------------------|------|-------|-----------|-------|-------------|----------|
|  | ♀                    | ♂    | $F_2$ | max прояв |       | Тс,<br>%    | Тч,<br>% |
|  |                      |      |       | Р         | $F_2$ |             |          |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі</b>   |                      |      |       |           |       |             |          |
| Миронівська ран. / Б.Ц. н/к.             | 38,9                 | 39,5 | 59,2  | 60        | 81    | 35,0        | 33,3     |
| Миронівська ран. / Кольчуга              | 38,9                 | 38,4 | 62,4  | 60        | 81    | 35,0        | 53,3     |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні</b>  |                      |      |       |           |       |             |          |
| Миронівська ран. / Золотоколоса          | 38,9                 | 39,8 | 62,4  | 65        | 84    | 29,2        | 30,0     |
| Миронівська ран. / Чорнява               | 38,9                 | 59,0 | 61,2  | 69        | 84    | 21,7        | 26,4     |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі</b> |                      |      |       |           |       |             |          |
| Миронівська ран. / Антонівка             | 38,9                 | 40,6 | 60,6  | 55        | 88    | 60,0        | 66,7     |
| Миронівська ран. / Єдність               | 38,9                 | 44,1 | 53,0  | 67        | 89    | 32,8        | 13,3     |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні</b>  |                      |      |       |           |       |             |          |
| Миронівська ран. / Вдала                 | 38,9                 | 40,7 | 59,2  | 58        | 91    | 56,9        | 50,0     |
| Миронівська ран. / Добірна               | 38,9                 | 43,8 | 58,7  | 60        | 84    | 40,0        | 35,7     |

У досліджуваних популяцій  $F_2$  встановлено позитивний ступінь трансгресії (21,7–60,0 %) з частотою вищеплення рекомбінантів від 13,3 до 66,7 %. Високі показники трансгресії відмічені в популяції Миронівська ранньостигла / Антонівка ( $T_c = 60,6$  %;  $T_{ch} = 66,7$  %), Миронівська ранньостигла / Вдала ( $T_c = 56,9$  %;  $T_{ch} = 50,0$  %), Миронівська ранньостигла / Кольчуга ( $T_c = 35,0$  %;  $T_{ch} = 53,3$  %).

Усі гібридні популяції, створені за гібридизації материнською формою сорту Миронівська ранньостигла, мали крайні максимальні показники кількості зерен на рівні 81–91 шт. перевищуючи батьківські форми (55–69 шт.), що вказує на вдалий підбір батьківських пар і як результат проведення доборів за досліджуваною ознакою.

Максимальне значення кількості зерен із колоса (69,0 шт.) у батьківських форм встановили у сорту Чорнява (рис. 7).

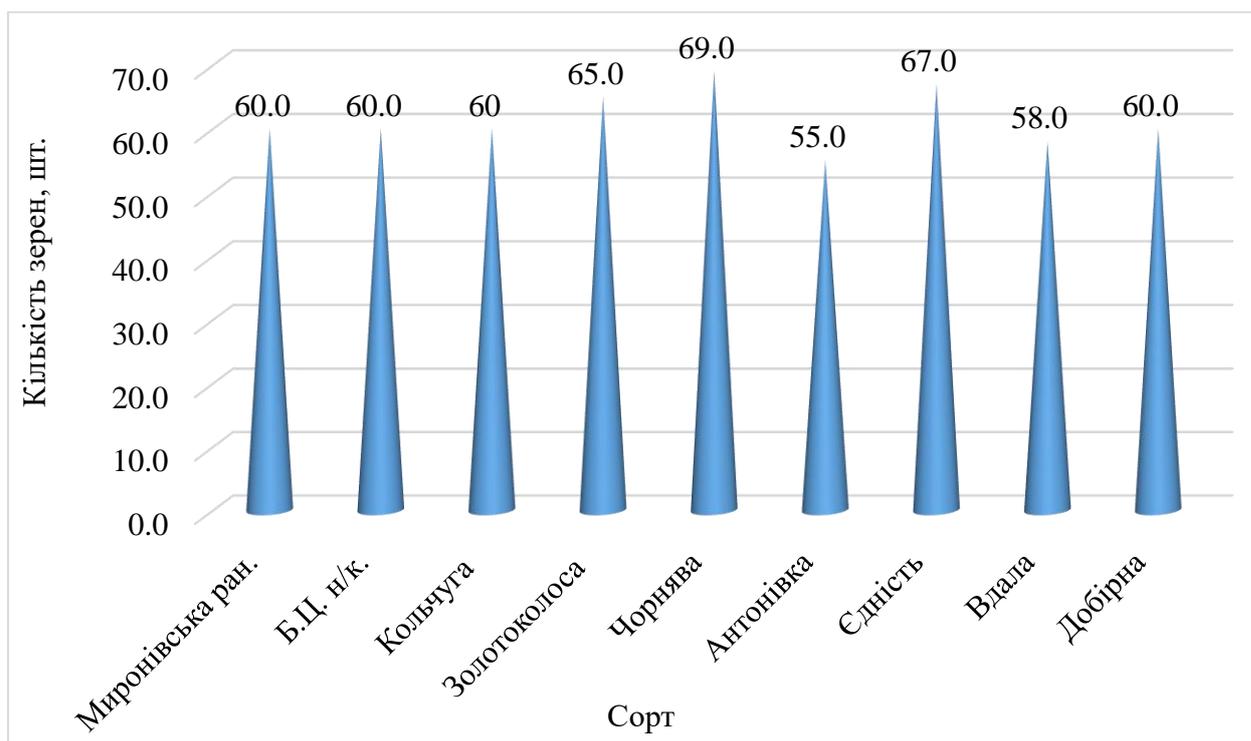


Рис. 7. Максимальний прояв кількості зерен із колоса у батьківських форм (2025 р.)

Максимальне значення кількості зерен із колоса у популяції  $F_2$  (89,0 шт.) відмічено у Миронівська ранньостигла / Єдність (рис. 8).

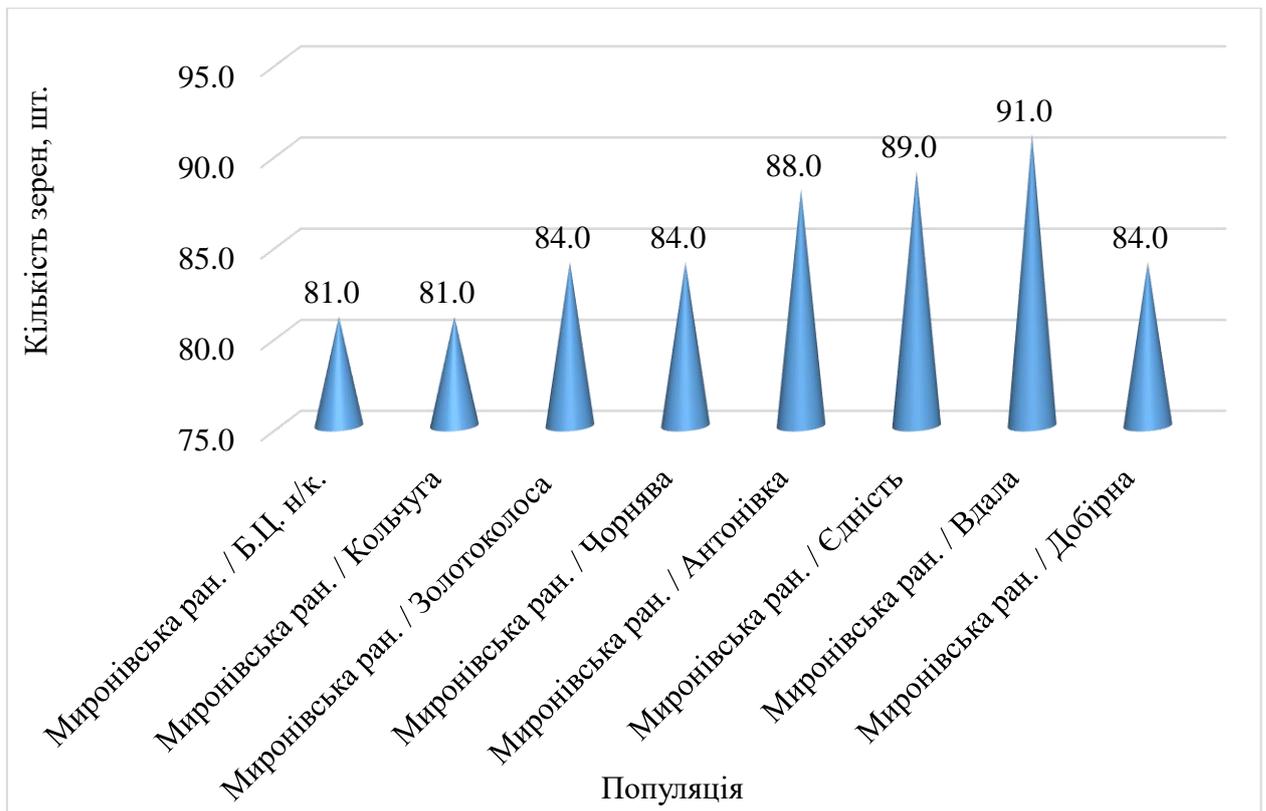


Рис. 8. Максимальний прояв кількості зерен із колоса у F<sub>2</sub> (2025 р.)

Залучення до гібридизації сортів різних груп стиглості сприяє формотворенню в популяції F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої з можливістю добору господарсько цінних рекомбінантів з високими показниками кількості зерен.

### 3.5 Маса зерна з головного колоса

Маса зерна з однієї рослини є динамічною характеристикою, що залежить від генотипу сорту та умов вирощування. Особливий вплив на неї мають умови, які склалися під час формування, наливу та досягання зерна [108]. Одним із ключових елементів структури врожайності є маса зернівки, або маса 1000 зерен, що характеризує крупність та виповненість зерна. Існує тісний кореляційний зв'язок між продуктивністю колоса та масою 1000 зерен [109].

Втрату частини продуктивного стеблостою через дефіцит вологи можуть компенсувати інші елементи продуктивності, які формуються на наступних етапах органогенезу за більш сприятливих умов. Наприклад, кількість зерен у

колосі переважно визначається факторами, що діють у першій половині вегетаційного періоду, тоді як маса зерна реалізується переважно наприкінці вегетації [110].

Аналіз отриманих експериментальних даних свідчить, що в 2024 р. маса зерна головного колоса в задіяних до гібридизації батьківських форм змінювався від 1,65 г у сорту Єдність до 2,22 г – Чорнява (табл. 11).

Таблиця 11. Гетерозис і ступінь фенотипового домінування кількості зерен в F<sub>1</sub>, за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла (2024 р.)

| Комбінація схрещування                   | Маса зерна, шт. |      |                | Гетерозис, % |       | h <sub>p</sub> |
|--|-----------------|------|----------------|--------------|-------|----------------|
|  | ♀               | ♂    | F <sub>1</sub> | Ht           | Hbt   |                |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі</b>   |                 |      |                |              |       |                |
| Миронівська ран. / Б.Ц. н/к.             | 2,14            | 1,67 | 2,89           | 75,2         | 73,1  | 62,0           |
| Миронівська ран. / Кольчуга              | 2,14            | 2,00 | 3,02           | 62,4         | 43,8  | 4,8            |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні</b>  |                 |      |                |              |       |                |
| Миронівська ран. / Золотоколоса          | 2,14            | 1,82 | 3,04           | 76,7         | 67,0  | 13,2           |
| Миронівська ран. / Чорнява               | 2,14            | 2,22 | 2,59           | 34,9         | 16,7  | 2,2            |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі</b> |                 |      |                |              |       |                |
| Миронівська ран. / Антонівка             | 2,14            | 1,90 | 2,23           | 26,7         | 17,4  | 3,4            |
| Миронівська ран. / Єдність               | 2,14            | 1,65 | 3,49           | 112,8        | 111,5 | 185,0          |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні</b>  |                 |      |                |              |       |                |
| Миронівська ран. / Вдала                 | 2,14            | 1,77 | 3,42           | 101,2        | 93,2  | 24,6           |
| Миронівська ран. / Добірна               | 2,14            | 1,73 | 2,86           | 70,2         | 63,5  | 23,6           |

Результати досліджень показують, що за масою зерна з колоса мають перевищення над середнім по досліді показником (1,88 г) чотири із дев'яти досліджуваних сортів, а саме: Чорнява (2,22 г); Миронівська ранньостигла (2,14 г); Кольчуга (2,00 г); Антонівка (1,90 г).

За використання у схрещуванні ранньостиглого сорту материнською формою Миронівська ранньостигла отримані гібриди у 2024 р. значно різнилися за масою зерна з колоса. Максимальна маса зерна відмічена у гібриду Миронівська ранньостигла / Єдність (3,49 г). Дещо меншу масу зерна встановлено у Миронівська ранньостигла / Вдала (3,42 г), Миронівська ранньостигла / Золотоколоса (3,04 г) та Миронівська ранньостигла / Кольчуга – 3,02 г. У всіх інших гібридів маса зерна була на рівні 2,23–2,89 г. Слід відмітити, що у 2024 р. усі досліджувані гібриди за масою зерна значно переважали над батьківськими компонентами схрещування.

Високі показники гіпотетичного (112,8–75,2 %) та істинного (111,5–67,0 %) гетерозису визначено у Миронівська ранньостигла / Єдність, Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Золотоколоса, Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова.

Визначені показники ступеня фенотипового домінування свідчать, що детермінація маси зерна у всіх досліджуваних гібридів відбувалася за позитивним наддомінуванням –  $h_p = 2,2-62,0$ .

Нами встановлено, що у 2025 р. маса зерна з колоса у батьківських форм варіювала від 1,76 г (Антонівка, Єдність) до 2,40 г – Чорнява. За проведених досліджень визначено, що маса зерна у популяції  $F_2$  була на рівні від 2,65 г (Миронівська ранньостигла / Добірна) до 2,94 г – Миронівська ранньостигла / Кольчуга (табл. 12).

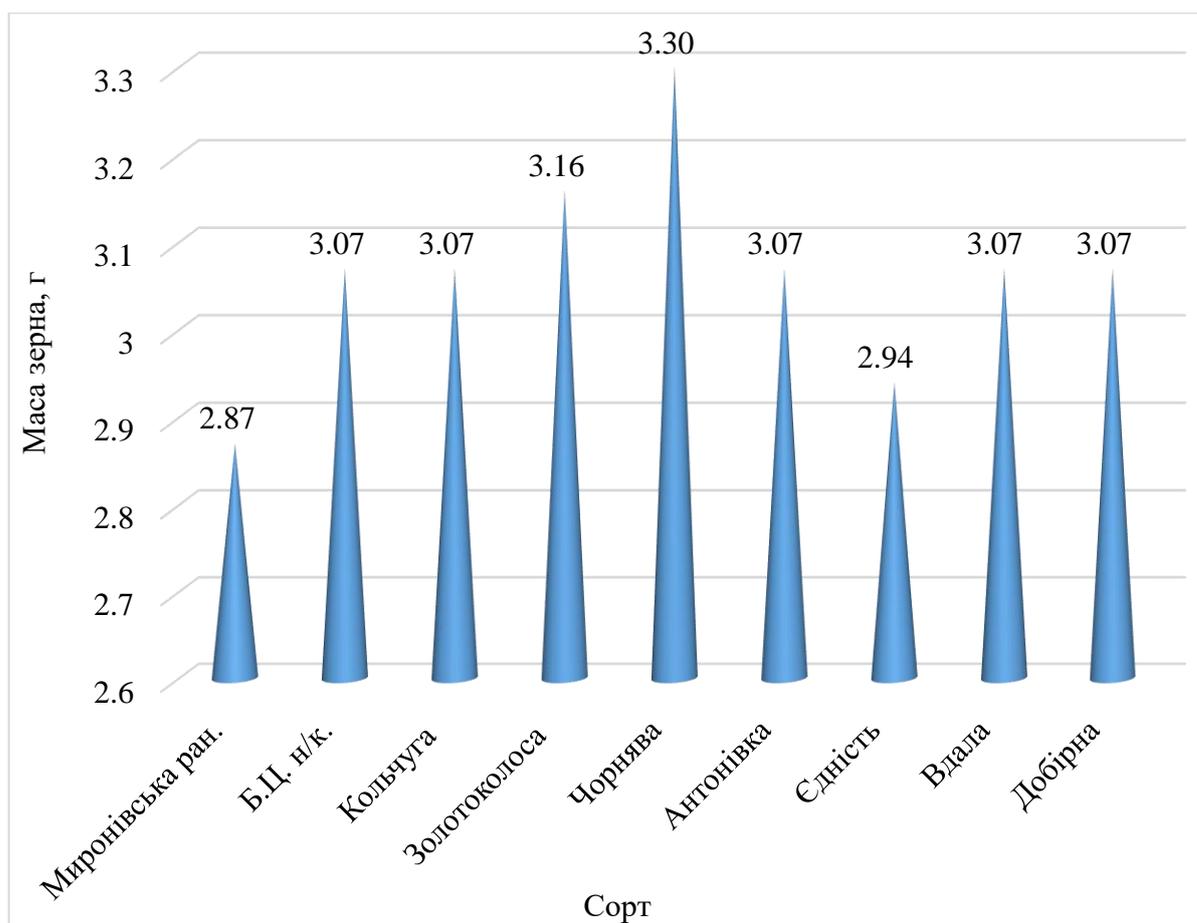
У популяції  $F_2$  за масою зерен встановлено позитивний ступінь трансгресії (0,9–33,9 %) з частотою вищеплення рекомбінантів від 3,3 % (Миронівська ранньостигла / Чорнява) до 43,3 % – Миронівська ранньостигла / Єдність. Високі показники трансгресивної мінливості відмічені в популяції Миронівська ранньостигла / Вдала ( $T_c = 33,9$  %;  $T_c = 26,7$  %), Миронівська ранньостигла / Золотоколоса ( $T_c = 30,7$  %;  $T_c = 26,7$  %), Миронівська ранньостигла / Антонівка ( $T_c = 30,3$  %;  $T_c = 30,0$  %) та Миронівська ранньостигла / Кольчуга ( $T_c = 24,4$  %;  $T_c = 36,7$  %)

**Таблиця 12. Трансгресивна мінливість маси зерна в популяції F<sub>2</sub>, отриманих за використання материнською формою ранньостиглого сорту Миронівська ранньостигла (2025 р.)**

| Популяція F <sub>2</sub>                 | Маса зерна, г |      |                |           |                | Трансгресія |          |
|--|---------------|------|----------------|-----------|----------------|-------------|----------|
|  | ♀             | ♂    | F <sub>2</sub> | max прояв |                | Tс,<br>%    | Tч,<br>% |
|  |               |      |                | P         | F <sub>2</sub> |             |          |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі</b>   |               |      |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Б.Ц. н/к.             | 2,00          | 2,18 | 2,86           | 3,07      | 3,74           | 6,5         | 23,3     |
| Миронівська ран. / Кольчуга              | 2,00          | 2,04 | 2,94           | 3,07      | 3,82           | 24,4        | 36,7     |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні</b>  |               |      |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Золотоколоса          | 2,00          | 1,78 | 2,90           | 3,16      | 4,13           | 30,7        | 26,7     |
| Миронівська ран. / Чорнява               | 2,00          | 2,40 | 2,73           | 3,30      | 3,33           | 0,9         | 3,3      |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі</b> |               |      |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Антонівка             | 2,00          | 1,76 | 2,80           | 3,07      | 4,00           | 30,3        | 30,0     |
| Миронівська ран. / Єдність               | 2,00          | 1,76 | 2,79           | 2,94      | 3,55           | 20,7        | 43,3     |
| <b>♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні</b>  |               |      |                |           |                |             |          |
| Миронівська ран. / Вдала                 | 2,00          | 1,88 | 2,73           | 3,07      | 4,11           | 33,9        | 26,7     |
| Миронівська ран. / Добірна               | 2,00          | 2,05 | 2,65           | 3,07      | 3,80           | 23,8        | 23,3     |

Гібридні популяції, створені за гібридизації материнською формою сорту Миронівська ранньостигла, мали крайні максимальні показники маси зерна на рівні від 4,13 г (Миронівська ранньостигла / Золотоколоса) до 3,33 г (Миронівська ранньостигла / Чорнява) перевищуючи батьківські форми (3,30–2,94 г), що вказує на вдалий підбір батьківських пар та проведення доборів за масою зерна з колоса.

Максимальне значення маси зерна з колоса у батьківських форм відмічено у сорту Чорнява – 3,30 г (рис. 9).



**Рис. 9. Максимальний прояв маси зерна колоса у батьківських форм (2025 р.)**

Максимальне значення маси зерна із колоса у популяції  $F_2$  відмічено у Миронівська ранньостигла / Золотоколоса – 4,13 г (рис. 10).

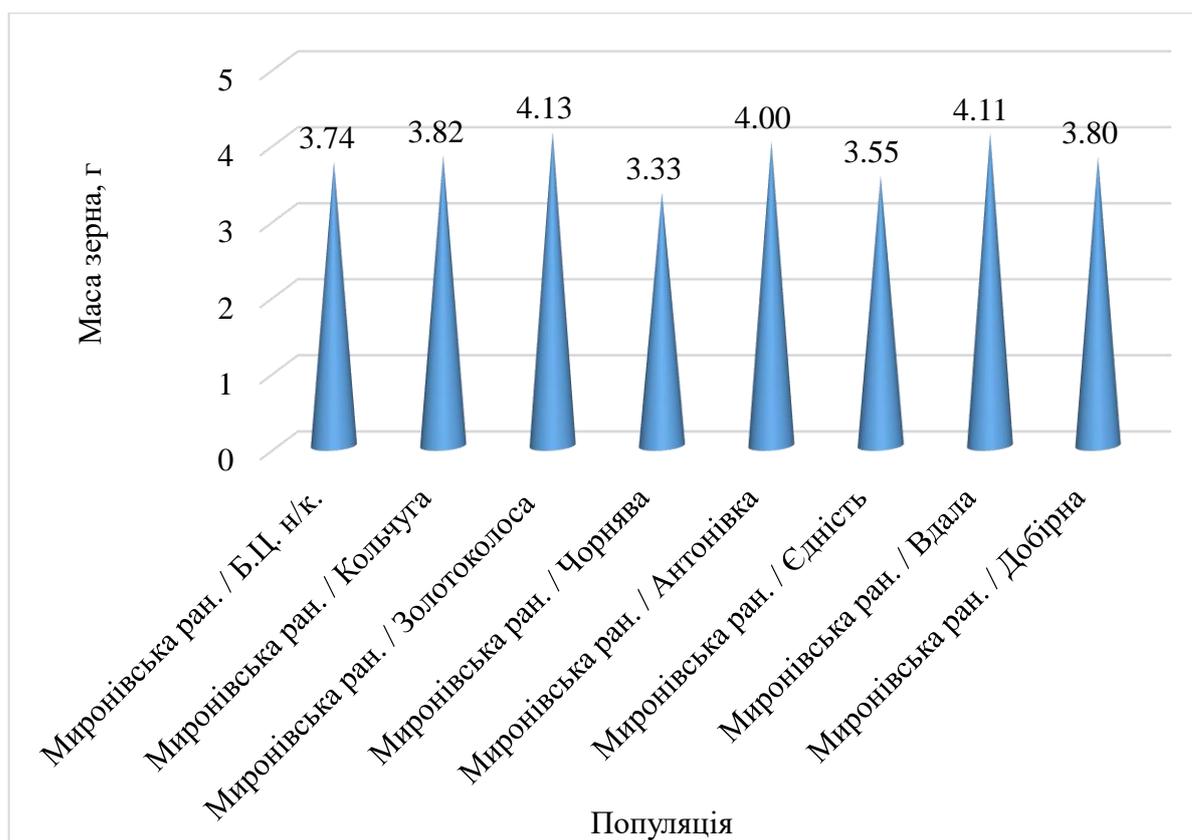


Рис. 10. Максимальний прояв маси зерна з колоса у F<sub>2</sub> (2025 р.)

Залучений до гібридизації материнською формою сорт Миронівська ранньостигла сприяє формотворенню в популяції F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої з можливістю добору господарсько цінних рекомбінантів із високими показниками маси зерна.

## ВИСНОВКИ

1. Високі позитивні показники гіпотетичного та істинного гетерозису в 2024 р. за досліджуваними ознаками визначені у комбінаціях схрещування: продуктивна кущистість – гіпотетичний (200,0–154,5 %) та істинний (166,7–133,3 %) гетерозис: Миронівська ранньостигла / Антонівка, Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Кольчуга; довжина колоса – гіпотетичний (44,8–33,4 %) та істинний (32,9–31,5 %) гетерозис: Миронівська ранньостигла / Єдність, Миронівська ранньостигла / Вдала; кількість колосків – гіпотетичний (9,7–7,1 %) та істинний (9,0–5,5 %) гетерозис: Миронівська ранньостигла / Золотоколоса, Миронівська ранньостигла / Єдність, Миронівська ранньостигла / Вдала; кількість зерен – гіпотетичний (74,9–56,9 %) та істинний (73,2–51,2 %) гетерозис: Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова, Миронівська ранньостигла / Єдність, Миронівська ранньостигла / Добірна, Миронівська ранньостигла / Золотоколоса; маса зерна – гіпотетичний (112,8–75,2 %) та істинний (111,5–67,0 %) гетерозис: Миронівська ранньостигла / Єдність, Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Золотоколоса, Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова.

2. За використання в гібридизації ранньостиглих, середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів з різним комбінуванням батьківських пар встановлено, що позитивне наддомінування було найбільш поширеним типом успадкування досліджуваних ознак у восьми отриманих в 2024 р. гібридів першого покоління, а саме продуктивної кущистості – 100 %, показників головного колоса: довжини – 100 %; кількості колосків – 87,5 %; кількості зерен – 100 %; маси зерна – 100 %. Також встановлені інші типи успадкування за: кількістю колосків – проміжне успадкування (12,5 %).

3. Більшість гібридних популяцій  $F_2$ , отриманих за схрещування ранньостиглих, середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів

пшениці м'якої озимої у досліджуванні роки перевищували батьківські форми за крайнім максимальним проявом з показниками продуктивної кущистості – 5,0–7,0 шт. стебел / рослин; довжини колоса – 11,0–12,5 см; кількості колосків – 21–22 шт.; кількості зерен – 81–91 шт.; маси зерна з головного колоса – 3,33–4,13 г, що вказує на значний формотворчий процес і можливість добору господарсько-цінних рекомбінантів для подальшої селекційної роботи.

4. Показники ступеня і частоти позитивних рекомбінантів за елементами структури врожайності популяцій  $F_2$  обумовлені підібраними компонентами гібридизації. Так, в 2025 р. за досліджуваними елементами продуктивності визначили значну кількість гібридних популяцій другого покоління з позитивним ступенем трансгресії.

5. За використання в гібридизації ранньостиглих, середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів пшениці м'якої озимої більші середньо-популяційні показники формувались за продуктивною кущистістю у Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова, Миронівська ранньостигла / Вдала – 3,7 шт. стебел / рослину, Миронівська ранньостигла / Єдність (3,6 шт. стебел / рослину); за довжиною колоса у Миронівська ранньостигла / Кольчуга (10,6 см), Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова, Миронівська ранньостигла / Золотоколоса, Миронівська ранньостигла / Чорнява – 10,3 см; за кількістю колосків у Миронівська ранньостигла / Кольчуга (19,7 шт.), Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова (19,5 шт.), Миронівська ранньостигла / Добірна (19,4 шт.), Миронівська ранньостигла / Антонівка, Миронівська ранньостигла / Чорнява – 19,2 шт.; кількість зерен у Миронівська ранньостигла / Вдала (69,1 шт.), Миронівська ранньостигла / Чорнява (64,9 шт.), Миронівська ранньостигла / Єдність (64,2 шт.), Миронівська ранньостигла / Золотоколоса (63,8 шт.), Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова (63,5 шт.), Миронівська ранньостигла / Добірна (63,1 шт.); масою зерна у Миронівська ранньостигла / Кольчуга (2,94 г), Миронівська

ранньостигла/ Білоцерківська напівкарликова (2,86 г), Миронівська ранньостигла / Золотоколоса (2,90 г).

6. У 2025 р. високий позитивний ступінь трансгресії за елементами продуктивності головного колоса визначили:

– за довжиною колоса у гібридних популяцій  $F_2$ , серед яких за середнім ступенем трансгресії ( $T_c = 25,0\text{--}38,9\%$ ) у роки досліджень виділились – Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова, Миронівська ранньостигла / Золотоколоса, Миронівська ранньостигла / Єдність, Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Антонівка;

– за кількістю колосків у популяції, серед яких ( $T_c = 15,8\%$ ) виділились – Миронівська ранньостигла / Білоцерківська напівкарликова, Миронівська ранньостигла / Кольчуга, Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Антонівка, Миронівська ранньостигла / Єдність, Миронівська ранньостигла / Добірна;

– за кількістю зерен у популяції ( $T_c = 40,0\text{--}60,0\%$ ) визначили – Миронівська ранньостигла / Добірна, Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Антонівка;

– за масою зерна у популяції, за високих середніх ступенів трансгресій ( $T_c = 30,3\text{--}33,9\%$ ) – Миронівська ранньостигла / Вдала, Миронівська ранньостигла / Золотоколоса, Миронівська ранньостигла / Антонівка.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ**

У практичну селекційну роботу рекомендуємо комбінації схрещування Миронівська ранньостигла / Вдала і Миронівська ранньостигла / Антонівка, в яких за довжиною колоса, кількістю колосків, кількістю зерен і масою зерна з головного колоса у 2024, 2025 рр. визначені високі позитивні ступені трансгресій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Global hunger continues to rise, new UN report says. Офіційний сайт Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ). 2018. URL: <https://www.who.int/news/item/11-09-2018-globalhunger-continues-to-rise-new-unreport-says>
2. Черемісіна С. Г. Ринок зернових культур в Україні: аналіз сучасного стану та перспективи розвитку. *Економіка АПК*. 2021. № 2. С. 48–57.
3. Литвин Я. О. Сучасні тренди на вітчизняному ринку зерна. Вісник СНТ ННІ бізнесу і менеджменту ХНТУСГ. 2019. Вип. 2. С. 84–86.
4. Бараболя О. В., Барат Ю. М., Кулик М. І., Онопрієнко О. В. Урожайність пшениці озимої залежно від системи удобрення та погодних умов вегетаційного періоду. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 2. С. 3–9.
5. Кваша С. М., Ільчук М. М., Коновал І. А. Економічне обґрунтування програми виробництва зерна пшениці в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 3. С. 16–24.
6. Лагодієнко В. В., Богданов О. О., Лагодієнко В. В. Місце та роль України на світовому ринку пшениці. *Український журнал прикладної економіки*. 2019. Т. 4, № 3. С. 297–308.
7. Месель-Веселяк В. Я. Виробництво зернових культур в Україні: потенційні можливості. *Економіка АПК*. 2018. № 5. С. 5–14.
8. Mostypan M. L., Vasytkovska K. V., Andriyenko O. O., Reznichenko V. P. Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. *INMATEH-Agricultural Engineering*. 2017. Vol. 53, No. 3. P. 35–40.
9. Черенков А. В., Шевченко М. С. Стратегія виробництва зерна: методи, ресурси і перспективи. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 10. С. 5–9.
10. Бараболя О. В., Жемела Г. П., Татарко Ю. В., Антоновський О. В. Використання природного потенціалу зерна пшениці озимої для

впровадження еко-інновацій. *Перспективи екоінноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 20 листопада 2020 р.). Полтава : РВВ ПДАУ, 2020. С. 38–39.

11. Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України : колективна монографія / за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба. Полтава : Видавництво ПП «Астроя», 2020. 216 с.

12. Галенко О. І. Розвиток світового ринку зерна: проблеми і тенденції. *Агросвіт*. 2017. № 10. С. 24–29.

13. Франченко Л. О. Стан та сучасні тенденції розвитку світового ринку зерна. URL: <http://udau.edu.ua/library.php?pid=1559>

14. USDA United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. URL: <https://www.fas.usda.gov/regions/ukraine> (дата звернення 10.08.2021).

15. Федів І. В., Наконечна К. В. Перспективи розвитку ринку пшениці в Україні. *Конкурентоспроможність аграрного сектору в умовах функціонування Зони вільної торгівлі з Європейським Союзом* : матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 3 квітня 2019 р.). Київ : НУБіП України, 2019. С. 234–236.

16. Валовий збір українських зернових у 2021 році зріс більш ніж на 30 % – Держстат. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/news/1525273>

17. Macholdt J., Honermeier B. Yield stability in winter Wheat production: A survey on German farmers and advisors' views. *Agronomy*. 2017. Vol. 7, Iss. 3. Article Number 45.

18. Булавка Н. В., Юрченко Т. В., Кучеренко О. М., Пірич А. В. Сорти пшениці м'якої озимої, стійкі до впливу негативних чинників довкілля. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 3. С. 255–261.

19. Nekrasova O., Kravchenko N., Marchenko D., Nekrasov E. Estimation of grain productivity and biochemical indicators of the winter bread wheat varieties

depending on the forecrop. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 273. № 5. Article Number 01027. 7 p.

20. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці *T. aestivum* L. на адаптивність до умов довкілля. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 92–96.

21. Грабовська Т. О., Грабовський М. В., Мельник Г. Г. Урожайність та якість сортів пшениці озимої за органічного виробництва. *Агробіологія*. 2016. № 2. С. 38–45.

22. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур : підручник. Миронівка : ПрАТ «Миронівська друкарня», 2016. 376 с.

23. Macholdt J., Honeremeier B. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. *Agronomy*. 2016. Vol. 6, Iss. 3. Article Number 40. 14 p.

24. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Зернова продуктивність ліній пшениці м'якої озимої, отриманих від схрещування батьківських форм різного еколого-географічного походження. *Агробіологія*. 2014. № 1 (109). С. 11–16.

25. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Формування довжини головного колоса в ліній пшениці озимої різного еколого-географічного походження. *Агробіологія*. 2013. № 11 (104). С. 30–34.

26. Estrada-Campuzano G., Slafer G. A., Miralles D. J. Differences in yield, biomass and their components between triticale and wheat grown under contrasting water and nitrogen environments. *Field Crops Research*. 2012. Vol. 128. P. 167–179.

27. Бойчук І. В., Базалій В. В. Характер прояву елементів продуктивності колоса і їх вплив на формування врожайності пшениці м'якої озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 94. С. 3–8.

28. Бакуменко О. М. Формування кількості колосків основного колоса в F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. № 3. С. 8–12.

29. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Філіцька О. О. Фенотипова і генотипова мінливість маси зерна основного колосу у різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Аграрна освіта та наука: досягнення та роль, фактори росту «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, лісовому та садово-парковому господарстві»*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 30 жовтня 2020 р.). Біла Церква. 2020. С. 17–19.

30. Устинова Г. Л., Самойлик М. О. Мінливість маси 1000 зерен головного колосу в сортів пшениці м'якої озимої різних груп стиглості. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку*: матеріали II Міжнародної науковопрактичної конференції (м. Біла Церква, 4–5 березня 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 78.

31. Ольховський Г. Ф., Бобро М. А., Чечуй О. Ф. Детальний метод визначення структури врожаю пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 12 (97). С. 22–29.

32. Гуменюк О. Особливості прояву мінливості та успадкування елементів продуктивності рослин пшениці м'якої озимої у новому селекційному матеріалі. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія «Агрономія»*. 2013. № 17 (2). С. 295–302.

33. Тищенко В. М., Гусенкова О. В., Шандиба В. В. Рівень формування, мінливість та генетичні зв'язки кількісних ознак сортів та селекційних ліній пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 31–34.

34. Орлюк А. П. Теоретичні основи селекції рослин. Херсон : Айлант, 2008. 517 с.

35. Лозінський М. В. Кореляційні взаємозв'язки між елементами продуктивності головного колосу у гібридів F<sub>1-2</sub> пшениці м'якої озимої,

отриманих від схрещування різних екотипів. *Досягнення та перспективи генетики, селекції і рослинництва зернових культур*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Професор С. Л. Франкфурт (1866–1954) – видатний вчений-агробіолог, один із дієвих організаторів академічної науки в Україні» (до 150-річчя від дня народження) (м. Київ, 18 листопада 2016 р.). Київ, 2016. С. 77–78.

36. Лозінський М. В. Кореляційні взаємозв'язки довжини колосоносного міжвузля з кількісними ознаками і врожайністю зерна у пшениці м'якої озимої. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 4–5 березня 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 80–83.

37. Narasim F., Wesolowski M., Kwiatkowski C. et al. The contribution of yield components in determining the productivity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agrobotanica*. 2016. Vol. 69, No. 3. P. 1–10.

38. Жемела Г. П., Баган А. В. Урожайність та елементи продуктивності селекційного матеріалу пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) та зв'язок між ними. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2007. № 6. С. 59–66.

39. Кочмарський В. С. Створення вихідного матеріалу та сортів пшениці м'якої озимої на підвищену адаптивність для Лісостепу України : автореф. дис. ... доктора с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». Дніпропетровськ, 2013. 36 с.

40. Ahmadizadeh M., Nori A., Shahbazi H., Aharizad S. Correlated response of morpho-physiological traits of grain yield in durum wheat under normal irrigation and drought stress conditions in greenhouse. *African Journal of Biotechnology*. 2011. Vol. 10, No. 85. P. 19771–19779.

41. Pokhylko S. Y., Schwartau V. V., Mykhalska L. M. et al. ICP-MS analysis of bread wheat carrying the Gpc-B1 gene of *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*. *Biotechnologia acta*. 2016. No. 5. P. 64–69.

42. Тищенко В. Н. Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів та їх кореляції з урожайністю залежно від умов року та генотипу озимої м'якої

пшениці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2005. № 3. С. 97–102.

43. Панкова О. В., Пузік В. К., Лисиченко М. Л. Вплив електромагнітного випромінювання на рослини : монографія. Харків : ТОВ «Планета-Прінт», 2021. 159 с.

44. Yakymchuk R. A., Sobolenko L. Y., Sorokina S. I. Genetic analysis of morphological traits of the spike and reproductivity elements of speltoid chemomutant *Triticum aestivum*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2020. Vol. 11. № 3. P. 469–474.

45. Shah A. A., Mondal S. K., Khurshid H. et al. Heterosis for yield and yield component traits in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generation of winter and spring wheat derivatives (line × tester). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018. Vol. 7, Iss. 5. P. 644–648.

46. Діордієва І. П. Характеристика спельтоподібних форм пшениці, створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 29–34.

47. Орлюк А. П. Генетика пшениці з основами селекції : монографія. Херсон : Айлант, 2012. 436 с.

48. Haridy M. H. Combining ability in F<sub>1</sub> generation for diallel crosses for yield and yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Production*. 2017. Vol. 8, Iss. 12. P. 1417–1420.

49. Fetahu S., Aliu S., Rusinovci I. et al. Inheritance of spike traits in F<sub>1</sub> generation in wheat depending on parents' genetic diversity. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*. 2019. Spec. ed. Conference : Challenges in Biotechnological and Environmental Approaches (Tirana, April 23–24, 2019). P. 75–81.

50. Ларченко К. А., Моргун Б. В. Ознаки якості зерна пшениці та методи їх поліпшення. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2010. Т. 42, № 6. С. 463–474.

51. Kaur P., Mondal S. K. Combining ability for yield and its components in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) over different sowing times. *The Bioscan*. 2016. Vol. 11. №. 3. P. 1937–1940.

52. Базалій В. В., Бойчук І. В. Трансгресивна мінливість гібридів пшениці м'якої озимої і її використання в селекції. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 78. С. 3–8.

53. Орлюк А. П., Базалій В. В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы. Херсон : Наддніпрянська правда, 1998. 274 с.

54. Заїка Є. В. Ефект гетерозису та успадкування господарсько-цінних ознак у гібридів F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої у північному Лісостепу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування*. 2015. № 5. С. 1–14. 261

55. Жемела Г. П., Курочка А. О. Вплив попередників на елементи структури врожайності та якість зерна пшениці озимої залежно від сортових властивостей. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 1. С. 33–36.

56. Sozinov A. A., Popereleya F. A. Genetic classification of prolamines and its use for plant breeding. *Annales de Technologie Agricole*. 1980. Vol. 29. № 2. P. 229–245.

57. Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Кириленко В. В та ін. Статистичні параметри адаптивності за урожайністю нових генотипів пшениці м'якої озимої. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2009. Т. 7. № 2. С. 198–205.

58. Кириленко В. В. Традиційні та сучасні методи селекції *Triticum aestivum* L. у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 4 (25). С. 41–46.

59. Babiker W. A., Abdelmula A. A., Eldessougi H. I., Gasim S. E. The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Asian Journal of Plant Science and Research*. 2017. Vol. 7, Iss. 3. P. 24–28.

60. Iwańska M., Stępień M. The effect of soil and weather conditions on yields of winter wheat in multi-environmental trials. *Biometrical Letters*. 2019. Vol. 56, No. 2. P. 263–279. doi: 10.2478/bile-2019-0016
61. Дрижирук В. В. Глобальное потепление климата и мировое сельское хозяйство. *Агровісник*. 2008. № 10. С. 37–39.
62. Глущенко Л. Д., Кохан А. В., Олєпир Р. В. та ін. Рівень продуктивності пшениці озимої залежно від антропогенних і природних факторів. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2016. Вип. 21. С. 32–37.
63. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року / за ред. Ю. О. Лупенка, В. Я. Месеся-Веселяка. Київ : ННЦ ІАЕ, 2012. 182 с. 263
64. Asseng S., Martre P. et al. Climate change impact and adaptation for wheat protein. *Global Change Biology*. 2018. Vol. 25, Iss. 1. P. 155-173.
65. Тараріко Ю. О. Агрометеорологічні ресурси України та технології їх раціонального використання. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 3–4. С. 29–31.
66. Бобер А. В., Мишко П. В. Динаміка вмісту білка в зерні ячменю ярого вирощеного за різних систем землеробства та різних систем основного обробітку ґрунту в процесі зберігання. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17, Т. II. С. 114–117.
67. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство. *Агроном*. 2006. № 3. С. 12–15.
68. Elbasiouny H., El-Ramady H., Elbehiry F. et al. Plant nutrition under climate change and soil carbon sequestration. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, Iss. 2. P. 914– 933.
69. Hirano J. Effects of rain in ripening period on the grain quality of wheat. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 1976. Vol. 10, No. 4. P. 168–173.
70. Hollins P. D., Kettlewell P. S., Peltonen-Sainio P., Atkinson M. D. Relationships between climate and winter cereal grain quality in Finland and their

potential for forecasting. *Agricultural and Food Science*. 2004. Vol. 13, No. 3. P. 295–308. doi: 10.2137/1239099042643107

71. Simurina O., Dozet J., Vukobratovic R. The potential of domestic wheat harvest 1997 intended for specific purposes. *Wheat Bread*. 1997. No. 24. P. 189–195.

72. Яковенко А. І., Борта А. В. Вплив проростання зерна пшениці на її якість. *Зберігання та переробка зерна*. 2007. Т. 10. С. 17–19.

73. Солодушко М. М., Петрушак В. Я., Гладка А. В., Серета І. І. Запаси продуктивної вологи в ґрунті після відновлення весняної вегетації та урожайність озимої пшениці залежно від умов вирощування. *Агроном*. 2011. № 1. С. 72–76.

74. Правдзіва І. В., Василенко Н. В., Хоменко С. О. Мінливість показників якості зерна пшениці м'якої ярої залежно від впливу погодних умов. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Т. 13. № 3. С. 323–330.

75. Nadew B. B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. P. 356–341.

76. Купчик В. І., Іваніна В. В., Нестеров Г. І., Тохна Г. І., Лі М., Метьюз Г. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості: навчальний посібник. Київ : Кондор, 2007. 414 с.

77. Житовоз А. Негативні екологічні чинники, що впливають на навколишнє природне середовище м. Біла Церква. *Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії: матеріали XI матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Переяслав-Хмельницький, 27–28 лют. 2015 р. Переяслав-Хмельницький, 2015. С. 24–26.*

78. Бутенко Є. В., Харитоненко Р. А. Удосконалення системи природно-сільськогосподарського районування в розрізі адміністративно-територіального поділу. *Збалансоване природокористування*. 2016. С. 15–22.

79. Fonseca S., Patterson F. L. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*. 1968. Vol. 8. № 1. P. 85–88.
80. Ермантраут Е. Р., Карпук Л. М., Вахній С. П., Козак Л. А., Павліченко А. А., Філіпова Л. М. Методика наукових досліджень. Біла Церква: ТОВ «Білоцерківдрук», 2018. 104 с.
81. Griffing В. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. № 35. P. 303–321.
82. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. Vol. 39. № 3. P. 345–358.
83. Matzinger D. F., Mannand T. J., Cockerham, C. C. Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. 1962. № 2. P. 238–286.
84. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур: підручник. Біла Церква: Миронівська друкарня, 2016. 376 с.
85. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Вольвач О. В. Основи агрометеорології. Одеса : Вид-во «ТЭС», 2004. 150 с.
86. Каталог сортів Миронівської селекції / підготув. В. С. Кочмарський та ін. Миронівка : ЗАТ «Миронівська друкарня», 2007. 88 с.
87. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Бузинний М. В. Білоцерківські сорти пшениці м'якої озимої. Біологічні, апробаційні ознаки та особливості сортової агротехніки. Біла Церква, 2018. 40 с.
88. Оригінатор насіння «Землеробець», Україна, 2023. <http://zemledelec.com.ua/pro-kompaniyu> [Електронний ресурс].
89. Перелік сортів [Інститут фізіології рослин і генетики НАН України](https://drive.google.com/file/d/1UB1jNflX-nPY5zvoaVT5zTG9HOZRs7xX/view) <https://drive.google.com/file/d/1UB1jNflX-nPY5zvoaVT5zTG9HOZRs7xX/view> [Електронний ресурс].
90. Каталог сортів і гібридів селекційно-генетичного інституту – національного центру насіннезнавства та сортовивчення. Одеса : Астропринт. 2021. 184 с.

91. Каталог сортів і гібридів зернових, зернобобових, олійних, кормових культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. Одеса : КП ОМД, 2006. 142 с.

92. Моргун Б. В., Степаненко О. В., Степаненко А. І., Рибалка О. І. Молекулярно-генетична ідентифікація поліморфізму генів W у гібридах м'якої пшениці за допомогою мультиплексних полімеразних ланцюгових реакцій. *Фізіологія рослин і генетика*. 2015. Т. 47, №1. С. 25–35.

93. Горбачова С. М. Результати і методи селекції зі створення нових конкурентоспроможних сортів проса. *Селекція і насінництво*. 2011. № 99. С. 108–114.

94. Lozinskiy M., Burdenyuk-Tarasevych L., Grabovskyi M., Lozinska T., Sabadyn V., Sidorova I., Panchenko T., Fedoruk Y., Kumanska Y. Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. *Agronomy Research*. 2021. № 19 (2). P. 540–551.

95. Лозінський М. В., Устинова Г. Л. Оцінка сортів пшениці м'якої озимої за фенотиповою і генотиповою мінливістю продуктивної кущистості. *Current issues, achievements and prospects of Science and education: the XII 284 International Science Conference (Athens, Greece May 03–05)*. Athens, 2021. P. 18–20.

96. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В. Висота та врожайність зерна сортів пшениці озимої під впливом оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2018. Вип. 2. С. 6–13.

97. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Сінельник О. О. Адаптивність селекційних номерів пшениці м'якої озимої за продуктивною кущистістю. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали III міжнародна науково-практична конференції (м. Дніпро, 2018 р.). Дніпро. 2018. С. 23–24.

98. Würschum T., Liu W., Busemeyer L. et al. Mapping dynamic QTL for plant height in triticale. *BMC Genetics*. 2014. Vol. 15. Iss. 1.
99. Орлюк А. П., Усик Л. О. Вплив генотип-середовищних взаємодій на морфометричні ознаки і продуктивність озимої м'якої пшениці. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 36. С. 17–23.
100. Якимчук Р. А. Характер успадкування довжини стебла карликовими мутантами пшениці м'якої озимої, отриманими в зоні Чорнобильської АЕС. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т. 50, № 1. С. 46–58.
101. Волощук С. І., Юрченко Т. В. Мінливість ознаки довжина стебла у гібридно-мутантних популяціях пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 5. С. 36–40.
102. Моцний І. І., Гончарова А. І., Чеботар Г. О., Чеботар С. В. Ступінь фенотипового домінування та успадковуваність за ознакою висота рослини у гібридів пшениці з різними алелями Rht-генів. *Цитологія і генетика*. 2017. Т. 51. № 1. С. 25–33.
103. 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.
104. Бакуменко О. М., Власенко В. А. Гетерозис та успадкування маси 1000 насінин в F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої. *Автохтонні та інтродуковані рослини*. 2015. Вип. 11. С. 67–73.
105. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціал пшениці. Херсон: Айлант, 2002. 276 с.
106. Fylatenko A. A., Shytova Y. P., Korneichuk V. A. Shyrokyi unyfytsyrovannyi klasyfykator SJEV roda *Triticum* L. [Wide unified SMEA classifier of the genus *Triticum* L.]. *Lenynhrad VYR*. 1989. P. 2017-2019.
107. Козаченко М. Р., Четверик О. О. Морфо-біологічні особливості сортів пшениці м'якої озимої різного походження в умовах східної частини Лісостепу України. *Бюлетень ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. № 7. С. 94–96.

108. Нетіс І. Т. Озима пшениця в зоні Степу. Херсон: Айлант, 2004. 95 с.

109. Уліч О. Л. Вплив строків сівби на реалізацію потенціалу продуктивності сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах зміни клімату. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 4. С. 58–62.

110. Нетіс І. Т. Кореляційні зв'язки врожайності пшениці озимої і запаси вологи в ґрунті в різні фази розвитку рослин. *Таврійський науковий вісник*. 2016. Вип. 26. С. 98–103.