МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 201 «Агрономія»

Допускається до захисту
зав. кафедри генетики,
селекції і насінництва
с.–г. культур професор
Лозінський М.В. _____
« » листопада 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ДЕТЕРМІНАЦІЯ У F_1 І ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ В ПОПУЛЯЦІЙ F_2 ЗА ВНУТРІШНЬОВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ДОСЛІДНОГО ПОЛЯ НВЦ БІЛОЦЕРКІВСЬКОГО НАУ

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

Виконав: Птуха Богдан Вікторович
_____
Керівник: доктор с.-г. наук,
професор Лозінський М.В.
_____

Біла Церква – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агробіотехнологічний факультет

Спеціальність Н1 «Агрономія»

Затверджую

Гарант ОП «Агрономія»

професор_____ Грабовський М.Б.

« » 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачу

Птусі Богдану Вікторовичу

Тема: «Детермінація у F_1 і трансгресивна мінливість елементів продуктивності в популяцій F_2 за внутрішньовидової гібридизації пшениці м'якої озимої в умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського НАУ»

Затверджено наказом ректора № 496/С від 04.11 2025 р.
Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат: до «16» 11. 2026 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані: огляд наукової літератури по значенню внутрішньовидової гібридизації зі створення вихідного матеріалу і сортів; ґрунтово-кліматичні і метеорологічні умови місця проведення досліджень; аналіз результатів досліджень з характеру успадкування у F_1 і формотворчий процес у популяцій другого покоління за елементами продуктивності пшениці м'якої озимої за міжсортових схрещувань

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	**Дата виконання етапу**	**Відмітка про виконання**
Огляд літератури	до 06.09. 2026 р.	виконано
Методична частина	до 20.09. 2026 р.	виконано
Дослідницька частина	до 20.10. 2026 р.	виконано
Оформлення роботи	до 16.11. 2026 р.	виконано
Перевірка на плагіат	до 01.11. 2026 р.	виконано
Подання на рецензування	до 08.11. 2026 р.	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	02.11. 2026 р.	виконано
Розміщення в репозитарії БНАУ з накладанням КЕП	до 19.11.2026 р.	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ професор Лозінський М.В.
підпис *вчене звання, прізвище, ініціали*

Здобувач _____ Птуха Б.В.
підпис *прізвище, ініціали*

Дата отримання завдання «03» вересня 2025 р.

ДЕКЛАРАЦІЯ

про дотримання академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи

Я, Птуха Богдан Вікторович здобувач другого рівня вищої освіти за освітньою програмою Н1 Агрономія, підтверджую, що кваліфікаційну роботу з теми:

«Детермінація у F_1 і трансгресивна мінливість елементів продуктивності в популяцій F_2 за внутрішньовидової гібридизації пшениці м'якої озимої в умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського НАУ» виконано мною з дотриманням принципів і правил академічної доброчесності.

Підтверджую, що:

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

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

Дата: 12.11.2026

РЕФЕРАТ

Птуха Б. В. Детермінація у F_1 і трансгресивна мінливість елементів продуктивності в популяцій F_2 за внутрішньовидової гібридизації пшениці м'якої озимої в умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського НАУ

Доведена доцільність використання внутрішньовидової міжсортової гібридизації для розширення формотворення за елементами продуктивності. Встановлені відмінності за показниками ступеня фенотипового домінування, типом успадкування загальної і продуктивної кущистості та елементів продуктивності колоса у гібридів Гадзинка / Гарантія одеська, Гадзинка / Житниця одеська, Зоря ланів / Гарантія одеська, Зоря ланів / Житниця одеська. Досліджено трансгресивну мінливість у гібридних популяцій другого покоління.

Виявлено найвищий ступінь трансгресії за кількістю зерен у головному колосі популяцій F_2 Зоря ланів / Житниця одеська (Тс = 44,4 %) і Гадзинка / Гарантія одеська (Тс = 36,4 %). Усі популяції F_2 характеризувались позитивним ступенем трансгресії за масою зерна колоса. За частотою рекомбінантів виділились Гадзинка / Житниця одеська (Тч = 50,0 %) і Зоря ланів / Житниця одеська – Тч = 40,5 %.

Сорти пшениці м'якої озимої Гадзинка, Гарантія одеська, Житниця одеська і Зоря ланів є цінним вихідним матеріалом для внутрішньовидової гібридизації. Практичну цінність для добору більш озернених і продуктивних рекомбінантів за масою зерна колоса становлять популяції F_2 Гадзинка / Житниця одеська, Зоря ланів / Житниця одеська і Гадзинка / Гарантія одеська, у яких виявлено значне формотворення за досліджуваними ознаками.

Ключові слова: сорт, батьківські форми, комбінація схрещування, гібриди, популяція, формотворення, елементи структури врожайності, кореляційний взаємозв'язок.

ANNOTATION

Ptukha B.V. Determination in F_1 and transgressive variation of productivity traits in F_2 populations from intraspecific hybridization of soft winter wheat under the conditions of the experimental field of the Educational and Production Center of Bila Tserkva National Agrarian University

The feasibility of using intraspecific inter-varietal hybridisation to broaden the range of traits related to yield potential has been demonstrated. Differences were established in terms of the degree of phenotypic dominance, the type of inheritance of general and productive bushiness, and ear productivity traits in the hybrids Gadzinka / Garantiya Odessa, Gadzinka / Zhitnitsa Odessa, Zorya Laniv / Garantiya Odessa, and Zorya Laniv / Zhitnitsa Odessa. Transgressive variation was investigated in second-generation hybrid populations.

The highest degree of transgression in terms of the number of grains per main ear was observed in the F2 populations of Zorya Laniv / Zhytnytsia Odesa (Ts = 44.4 per cent) and Gadzinka / Garantia Odesa (Ts = 36.4 per cent). All F_2 populations were characterised by a positive degree of transgression in terms of ear grain weight. In terms of the frequency of recombinants, ‘Gadzinka’ / ‘Zhitnitsa Odessa’ (Tch = 50.0 per cent) and ‘Zorya Laniv’ / ‘Zhitnitsa Odessa’ (Tch = 40.5 per cent) stood out.

The soft winter wheat varieties Gadzinka, Garantia Odessa, Zhitnitsa Odessa and Zorya Laniv are valuable source material for intraspecific hybridisation. The F_2 populations of ‘Gadzinka’ × ‘Zhitnitsa Odessa’, ‘Zorya Laniv’ × ‘Zhitnitsa Odessa’ and ‘Gadzinka’ × ‘Garantia Odessa’ are of practical value for selecting recombinants with higher grain yield and greater productivity in terms of ear weight, as significant variation has been observed in these populations for the traits under investigation.

Key words: variety, parental lines, crossing combination, hybrids, population, variety development, yield components, correlation.

ЗМІСТ

ВСТУП…… 7
РОЗДІЛ 1. ЕТАПИ РОЗВИТКУ ТА СУЧАСНИЙ СТАН СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ …….. 10
1.1. Генетичні ресурси пшениці м'якої озимої і їх значення у селекції ... 10
1.2. Підвищення продуктивного і адаптивного потенціалу пшениці..... 14
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ……. 22
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови регіону досліджень……... 22
2.2. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень…… 24
2.3. Матеріал і методика проведення досліджень…… 28
2.4. Господарська характеристика вихідних форм гібридизації……. 29
РОЗДІЛ 3. СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗАЛУЧЕННЯМ ДО ГІБРИДИЗАЦІЇ ЛІСОСТЕПОВОГО І СТЕПОВОГО ЕКОТИПІВ……. 34
3.1. Детермінація і трансгресивна мінливість загальної і продуктивної кущистості……..... 34
3.2. Успадкування і трансгресивна мінливість довжини головного колоса…….....……... 40
3.3. Успадкування і трансгресивна мінливість за кількістю колосків головного колоса і щільністю колоса…… 45
3.4. Детермінації і трансгресивна мінливість за кількістю зерен головного колоса…….....…….. 50
3.5. Успадкування і трансгресивна мінливість за масою зерна головного колоса..... 54
ВИСНОВКИ…… 58
ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ……... 60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ……. 61
ДОДАТКИ…… 73

ВСТУП

Стрімке зростання чисельності населення планети зумовлює необхідність збільшення виробництва основних сільськогосподарських культур [1], яке за оцінками експертів, до 2050 року має підвищитися на 100–110 % [2, 3]. Водночас, динаміка його поточного зростання не відповідає необхідним темпам для забезпечення потреб людства [4], і ця проблема суттєво ускладнюється глобальними кліматичними змінами [5–7].

Зерновиробництво в Україні є стратегічним для розвитку економіки, формуючи більше 25 % загального виробництва продукції рослинництва, а зростаючий світовий попит на зерно [8] сприяє експорту виробленої продукції [9]. Україна є одним зі світових лідерів із виробництва та експортуванням на світовий ринок зерна з питомою часткою – 15 % кукурудзи, 13 % ячменю і 10 % пшениці. Так за 2021 і 2022 рр. експорт зернових склав більше 12 мільярдів доларів [10].

Пшениця з світовою площею вирощування близько 220–230 млн га поряд із кукурудзою і соєю займає перші місця у світовому землеробстві [11]. В Україні останніми роками площа культивування пшениці становить 5,5–6,8 млн га [8] з валовим виробництвом зерна 22,3–33,2 млн т [12].

Для задоволення зростаючого попиту, зумовленого збільшенням чисельності населення, в найближчі десятиліття необхідно знайти способи нарощування виробництва пшениці м’якої озимої [13]. Особливе значення у стабілізації та збільшенні обсягів виробництва продукції рослинництва відіграє селекція рослин [14, 15] – найдешевший, найрезультативніший та екологічний фактор підвищення і стабілізації виробництва продукції.

Мета дослідження – встановлення типу успадкування в F_1 елементів продуктивності пшениці м’якої озимої та виявлення особливостей формотворення в гібридних популяціях F_2 за внутрішньовидової гібридизації пшениці м’якої озимої.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

– проаналізувати наукові джерела щодо значення внутрішньовидової гібридизації в селекції, особливостей успадкування кількісних ознак пшениці м'якої озимої та значення трансгресивної мінливості в селекційному процесі;

– охарактеризувати метеорологічні умови періоду проведення експерименту;

– дослідити типи успадкування елементів продуктивності в F_1 та їх формотворення у популяціях F_2;

– визначити ступінь і частоту трансгресій за досліджуваними кількісними ознаками в гібридних популяціях F_2 і виявити перспективні рекомбінанти для подальшого селекційного використання.

Об'єкт дослідження – типи успадкування і процес формотворення в гібридних популяціях F_2 пшениці м'якої озимої.

Предмет дослідження – успадкування в F_1 і ступінь та частота трансгресій за кількісними ознаками пшениці м'якої озимої в популяціях F_2.

Методи досліджень. У процесі виконання роботи застосовували такі методи дослідження: теоретичні – аналіз, порівняння й узагальнення наукових джерел для обґрунтування теоретичних засад дослідження; біометричні – вимірювання й оцінювання кількісних ознак рослин; розрахункові – визначення ступеня фенотипового домінування, ступеня та частоти трансгресій за досліджуваними ознаками; статистичні – математико-статистичне опрацювання експериментальних даних і встановлення закономірностей мінливості досліджуваних показників.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні типів успадкування, особливостей трансгресивної мінливості кількісних ознак у популяціях F_2 пшениці м'якої озимої, створених за гібридизації різних за походженням сортів, в умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського НАУ. За результатами досліджень виявлено типи успадкування, визначено ступінь і частоту позитивних трансгресій за досліджуваними ознаками та встановлено відмінності між гібридними популяціями за характером їх прояву. Отримані

дані дають змогу оцінити перспективність окремих комбінацій схрещування для формування нового вихідного матеріалу пшениці м’якої озимої.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання встановлених закономірностей успадкування, трансгресивної мінливості для добору перспективних гібридних популяцій і рекомбінантів пшениці м’якої озимої з підвищеним проявом господарсько цінних кількісних ознак. Виявлені особливості успадкування і трансгресивної мінливості можуть бути враховані під час планування подальших етапів селекційної роботи та добору вихідного матеріалу для створення високопродуктивних сортів пшениці м’якої озимої.

РОЗДІЛ 1

ЕТАПИ РОЗВИТКУ ТА СУЧАСНИЙ СТАН СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

1.1. Генетичні ресурси пшениці м'якої озимої і їх значення у селекції

За сучасних глобальних кліматичних змін важливого значення набуває створення сортів пшениці м'якої озимої, які поєднують високу врожайність і якість зерна з адаптивністю до стресових абіотичних і біотичних факторів зовнішнього середовища. Враховуючи значний видовий поліморфізм пшениці м'якої озимої, перспективним напрямом підвищення адаптивного потенціалу культури є використання світового генофонду, пристосованого до несприятливих факторів [16].

Зі збільшенням чисельності населення актуальним є виробництво достатньої кількості та відповідної якості продуктів харчування для забезпечення продовольчої безпеки [13]. За оцінками науковців до 2050 р. населення перевищить дев'ять мільярдів осіб і потреба у продовольстві повинна зрости на 70 % [13, 17], а попит на зерно пшениці на 50 % [18].

Пшениця м'яка озима – одна з найважливіших культур, що сприяє вирішенню світової продовольчої безпеки [19], забезпечуючи добовий раціон людини приблизно на 20 % калоріями і білками [20]. Враховуючи, що виробництво пшениці у світовому масштабі зростає впродовж останніх десятиліть [21], водночас у таких регіонах як Східна Європа, Західна Австралія і Центральна Індія підвищення врожайності зупинилося [22]. Глобальні кліматичні зміни [5–7, 23, 24], зменшення природних ресурсів, військові дії і конкуренція за землю загрожують подальшим зниженням продуктивності агрофітоценозів [25].

Значний внесок у теоретичний і практичний розвиток селекції пшениці в Україні зробили послідовники всесвітньо відомих наукових шкіл, які

започаткували А. О. Сапєгін, В. Я. Юр'єв, І. М. Єремеєв та ін., саме: Д. І. Дідусь, А. А. Горлач, Ф. Г. Кириченко, Д. О. Долгушин, В. М. Ремесло, І. Г. Каліненко, С. П. Лифенко, І. К. Котко, В. В. Моргун, М. А. Литвиненко, В. С. Голік, А. І. Паламарчук, Л. О. Животков, Л. А. Бурденюк-Тарасевич, В. В. Шелепов, А. П. Орлюк, Ю. О. Лавриненко, В. І. Ковтун, В. В. Базалій, В. А. Власенко, В. В. Кириленко, В. М. Тищенко, О. А. Демидов, О. Ю. Леонов та багато інших.

У більшості селекція пшениці була максимально спрямована на підвищення продуктивності сортів, потенціал врожайності яких у сприятливих умовах становить понад 10 т/га, проте вони не завжди відповідають вимогам за показниками якості зерна, стійкості до абіотичних та біотичних чинників навколишнього середовища [26]. Важливою біологічною основою підвищення врожайності зерна пшениці і водночас одним із стратегічних завдань сучасної селекційних програм є створення інноваційних сортів, які спроможні максимально ефективно використовувати біокліматичний ресурс певного регіону і при цьому проявляти толерантність до стресових умов довкілля забезпечуючи достатньо високу реалізацію генетичного потенціалу продуктивності [27].

Генетичні ресурси є основою селекційних програм і відіграють важливе значення для зростання та стабілізації виробництва зерна пшениці [28, 29]. Світовий генетичний фонд пшениці включає значну кількість сортів і селекційних ліній, які селекціонери використовують як джерела та донори селекційно цінних ознак і властивостей [30].

Пшениця м'яка є одним із найбільших ботанічних видів на Земній кулі і основною хлібною культурою у багатьох країнах світу. Вид *Triticum aestivum* L. поліморфний як за способом життя (форми: озимі; ярі; дворучки), так і за морфологічними особливостями [31]. Особлива цінність зерна пшениці для випікання хліба [32] і екологічна пластичність, набута в еволюції сприяли

її поширенню у різноманітні географічні зони з вирощуванням за різних ґрунтово-кліматичних умов [11, 33].

Сорт як біологічний чинник зростання врожайності має притаманний йому особливий комплекс морфологічних і селекційно цінних ознак і властивостей, який включає врожайність зерна, елементи її структури, стійкість проти вилягання, зимостійкість, морозостійкість, посухостійкість, толерантність проти хвороб та шкідників, скоростиглість, хлібопекарські та інші технологічні властивості [12].

За сучасних умов ведення сільськогосподарського виробництва сорт, як екологічний [34] і найбільш економічно відчутний фактор у технології вирощування, є важливим чинником зростання виробництва зерна і покращення показників його якості [12, 35, 36]. Тому створення високопродуктивних сортів пшениці м’якої озимої є ефективним у підвищенні продуктивності і стабільному формуванні врожаїв з добрими показниками якості зерна [37].

Водночас із зростанням продуктивності сучасних сортів значно загострилася проблема генетичної їх стійкості до впливу біотичних та абіотичних стресових факторів, які істотно можуть знижувати врожайність [38].

Успіх селекційної роботи та реалізація селекційних програм, кінцевою метою яких є вирішення продовольчих, екологічних і соціальних проблем, безпосередньо пов’язаний з наявністю достатньої кількості генетично різноманітного вихідного досконало вивченого матеріалу [39–41]. Тому створення, збереження та підтримання життєздатності генетичних колекцій, а також їх всебічне дослідження є пріоритетними завданнями у забезпеченні продовольчої безпеки різних держав [42].

Функції генетичного банку в Україні виконує Національний центр генетичних ресурсів рослин України, заснований у 1992 році при Інституті рослинництва імені В. Я. Юр’єва. У сучасних умовах саме цей центр координує роботу 34 установ НААН України, які разом формують Систему

генетичних ресурсів рослин України. Під його керівництвом здійснюється мобілізація різноманітних генетичних ресурсів рослин з метою підвищення продуктивності, адаптивності та якості продукції польових культур шляхом удосконалення й прискорення селекційного процесу, а також розвитку наукових досліджень. Генетичне різноманіття налічує 145,9 тис. зразків, що охоплюють 493 культури та 1730 видів [43].

У генетичних банках представлені накопичені резервуари мінливості, які залишаться незамінними у найближчому майбутньому, поки функція всіх генів не буде розкрита. Водночас методи біотехнології та редагування генів сприятимуть використанню інформації, яка зберігається в генетичних банках, сприяючи кращій раціоналізації та їх функціонуванню [44].

Як свідчить практична селекційна робота, цілеспрямована інтродукція нового різноманітного вихідного матеріалу з необхідним рівнем прояву спадково зумовлених ознак і властивостей сприяє збільшенню генотипової варіабельності, створенню високоврожайних, адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних зон сортів пшениці м’якої озимої [45].

Основними напрямами щодо залучення нових селекційних форм є: забезпечення вихідним матеріалом наукових напрямів досліджень; забезпечення наочним матеріалом навчальних програм; розширення генетичного різноманіття джерел і донорів генів ознак та властивостей, які є цінними у селекції; забезпечення збереження давніх сортів і форм народної селекції, дикорослих видів [45].

Науковці відмічають декілька етапів селекції, що різняться методами створення сортів. На початкових етапах розвитку наукової селекції вихідним матеріалом слугували місцеві сорти-популяції, з яких за допомогою масового, а згодом і індивідуального добору створювали нові сорти. Хоча такі форми не мали високого генетичного потенціалу врожайності, вони зберігали стійкість до несприятливих умов середовища, набуту в процесі еволюції, а деякі з них вирізнялися доброю якістю зерна та здатністю забезпечувати стабільно високі

врожаї. З часом можливості підвищення врожайності сортів пшениці, отриманих прямим добором із місцевих популяцій, були вичерпані [45, 46].

Пізніше за гібридизації еколого-географічно віддалених форм та схрещування місцевих сортів із сортами інтенсивного типу у 1939–1971 рр. створено високорослі сорти пшениці м'якої озимої напівінтенсивного та інтенсивного типу. У 1972–1980 рр. С. Ф. Лифенком і М. А. Литвиненком був розпочатий в Україні селекційний напрям зі створення напівкарликових сортів [47].

У 1981–1992 рр. широко впроваджувалось схрещування сортів пшениці м'якої озимої із короткостебловими формами пшениці м'якої ярої селекції Міжнародного центру поліпшення кукурудзи та пшениці з Мексики та Індії, в результаті чого створені середньорослі сорти універсального типу [48].

Ефективно ведуть селекційну роботу з пшеницею м'якою озимою такі наукові установи України: Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН [49], Селекційно-генетичний інститут Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН [50]; Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН [51]; Інститут фізіології рослин і генетики НАН [52]; Білоцерківська дослідно-селекційна станція ІБКіЦБ НААН [53]; Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН» [54]; Інститут зрошуваного землеробства НААН (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН) [55] та інші. У наукових установах здійснюють селекційні дослідження за різними напрямами, водночас пріоритетом є підвищення адаптивного потенціалу інноваційних сортів пшениці озимої до стресових абіотичних і біотичних чинників.

1.2. Підвищення продуктивного і адаптивного потенціалу пшениці

Однією з найважливіших проблем селекції пшениці є зростання врожайності, яка є складною за своєю генетичною природою інтегральною ознакою, тому її легше покращувати через ознаки, що мають простіший

генетичний контроль. Також важливим у селекційній роботі є поєднання високої продуктивності з відмінними показниками якості зерна пшениці, так як кількість та якість зерна пшениці формуються впродовж усього вегетаційного періоду, залежно від генотипу, агроекологічних умов і технології вирощування [56].

Досліджено Williams [57], що врожайність зерна формується під контролем генотипу із його взаємодією з оточуючим середовищем, особливо в тих кліматичних зонах, де впродовж вегетаційного періоду сезонні зміни досить істотні.

Сучасне землеробство висуває обґрунтовані вимоги до нових сортів, зокрема поєднання високої генетично обумовленої продуктивності із пристосованістю до несприятливих стресових факторів навколишнього середовища [58]. Тому, генетичні ресурси – найбільш важлива складова агрофітоценозів, яка допомагає вирішити проблему продовольчої безпеки.

Проведені експериментальні дослідження свідчать, що висота рослин, кількість зерен у колосі і їх маса, та маса 1000 зерен є найважливішими елементами структури врожайності пшениці [59, 60]. На формування врожайності зерна пшениці також впливає тривалість кожної фази розвитку рослин [61]. Тому детальне розуміння проходження наливу і виповнення зерна та його впливу на кінцеву масу може допомогти в селекційній роботі спрямованій на підвищення врожайності [62]. Таким чином створення короткостеблових сортів, що формують виповнене зерно має бути стратегічним напрямом для підвищення врожайності зерна пшениці.

Кущіння є важливою агрономічною характеристикою пшениці і кількість колосків на рослині значною мірою залежить від закладання, виживання і розвитку пагонів, що утворюються в пазухах листків головного стебла [62]. Кущіння може відбуватися восени і відновлюватися наступної весни. Раніше сформовані стебла та колоси на них мають вищі шанси на виживання і, відповідно, роблять більший внесок у формування врожайності, ніж ті, що утворилися пізніше. [63]. Встановлено, що у деяких сортів

врожайність зерна формується за рахунок кількістю продуктивних стебел, а в інших – маси зерна головного колоса. В обох випадках селекціонери високопродуктивний генотип ідентифікують за масою 1000 зерен [64].

Для створення низькорослих продуктивних сортів селекціонери постійно досліджують лінійні розміри: головного стебла, яке складається з вузлів і міжвузлів; довжини колоса та його складових продуктивності [65, 66].

Науковці повинні встановити і зосередити свої дослідження на ознаках і властивостях, що найбільш впливають на формування потенціалу врожайності. Важливо також для прискорення селекційної роботи розробити нові методи для ідентифікації цінних генотипів з метою збільшення генетичного різноманіття зародкової плазми пшениці м'якої [67], так, як виникає занепокоєння вчених, що рівень прояву господарсько цінних ознак у сучасній селекційній роботі досягнув теоретичного максимуму [68].

Значна фенотипова мінливість за господарсько-цінними ознаками вказує на більшу різноманітність досліджуваного матеріалу та взаємодію «генотип–умови року», впливу метеорологічних умов і генотипу [69]. Аналіз відповідних параметрів проводиться з використанням відповідних статистичних методів [60, 70].

Удосконалення пшениці м'якої озимої генетико-селекційними методами стає все складнішим, тому важливим є створення нових та ідентифікація необхідних генетичних джерел господарсько-цінних ознак і властивостей з метою розширення генетичного різноманіття виду [71].

Пристосування рослинного різноманіття до оточуючого середовища забезпечують адаптаційні процеси, які обумовлені генотипом і діючими навколишніми чинниками [72]. Таким чином адаптація – це процес, а адаптованість – рівень адаптації генотипу до даного навколишнього середовища. Під терміном «адаптивність» розуміють здатність генотипу проявляти високу адаптованість у широкому ареалі середовищ [12]. Метою селекційної роботи для підвищення адаптації є пошук генотипу, який добре адаптований до ґрунтово-кліматичних умов регіону [73] із встановленням

потенціалу продуктивності [74]. Водночас, для розкриття генетичного потенціалу сортів необхідно раціонально культивувати їх не лише в ґрунтово-кліматичних регіонах (зонах), підзонах і мікрозонах, а також враховуючи попередник у сівозміні [75].

Адаптація детермінований генотипом процесом формування захисних систем, що формують підвищене пристосування і проходження онтогенезу в раніше несприятливих умовах. Як біологічне явище адаптація важливий фактор еволюції на рівні із спадковістю та мінливістю організмів, який всебічно впливає на проходження онтогенезу і філогенезу [76].

За системного контролю ознак адаптація як одна з фундаментальних властивостей повинна розглядатися як здатність біологічних систем приймати оптимальний стан для формування врожайності зерна у відповідь на зміну факторів навколишнього середовища [77].

Недостатня обґрунтованість селекційних напрямів досліджень адаптації рослин до стресових факторів не сприяє реалізації генетично закладеного рівня врожайності пшениці і якості зерна [78].

За біологічним законом кожен живий організм, за будь-яких умов проходження свого розвитку, повинен залишити після себе життєздатне потомство. Тому, пристосованість рослин до зміни екологічних чинників є необхідною умовою їх існування. Дослідження напрямів адаптивності за ознаками, що обумовлюватимуть їх конкурентоспроможність і підтримуватимуть той чи інший фенотип та обумовлений рівень врожайності за мінливих метеорологічних умов [79].

Академік М. І. Вавилов як ініціатор експериментальних досліджень географічної мінливості адаптивних ознак культурних рослин наголошував на важливості комплексного або групового імунітету, приділявши особливу увагу еколого-адаптивним аспектам імунітету [80].

В еволюційній адаптації рослин значення гетерозиготності і гетерогеномності відображалось у багатьох наукових публікаціях генетиків-еволюціоністів наголошуючи, що гетерозиготні форми є більш

пристосованими і життєздатними, ніж гомозиготні. За мейотичної рекомбінації виникають нові пристосовані, а також трансгресивні за селекційно-цінними ознаками та їх поєднанням, генотипи [76, 81].

Під адаптивним потенціалом розуміють спадкову здатність живих організмів пристосовуватися до мінливих умов середовища, тобто норму пристосованості до несприятливих чинників: посуха, різкі коливання температурного режиму, сильні морози, хвороби, шкідники, засолення ґрунтів тощо [82]. Встановлено, що чим більш адаптивний потенціалу сорту не відповідає умовам культивування, тим більше продуктів асиміляції витрачається на компенсаторні та захисні його реакції і як результат – зниження врожайності.

У сучасних умовах зміни клімату особливого значення набуває проблема зі створення сортів пшениці м'якої озимої із оптимальною екологічною пластичністю, так як до теперішнього часу не вирішене питання реалізації адаптивної технології селекційного процесу шляхом підбору батьківських форм для схрещування, особливостей добору та оцінки вихідного матеріалу на основі інформації про вплив елементів структури на врожайність у вегетаційних умовах за всієї її різноманітності [83].

Інформативність про кліматичні зміни сприяє вченим скорегувати параметри структури врожайності нового сорту та реалізувати її при створенні екологічно орієнтованих сортів, а її відсутність обмежує перспективність селекційних розробок [84]. Невідповідність адаптивних властивостей більшості сучасних сортів пшениці м'якої обмежує нарощування валового виробництва зерна [83] хоча їх генетичний потенціал перевищує 10 т/га.

Норма реакції сортів пшениці на біотичні і абіотичні чинники довкілля, прояв і взаємозв'язки елементів продуктивності є основою для цілеспрямованого використання тих чи інших сортів у селекційних програмах для підвищення адаптивного потенціалу нових сортів [85]. Тому для забезпечення максимально рівня реалізації потенціалу врожайності інноваційних сортів, потрібні генетичні джерела стійкості до несприятливих

абіотичних і біотичних факторів навколишнього середовища та за таких умов високої якості зерна [84]. Селекційна робота на підвищення адаптивності пшениці м'якої озимої схвалюється багатьма вченими [86, 87].

Актуальним у екологічній і адаптивній селекційній роботі є залучення до гібридизації вихідних генотипів пшениці, які створені у відмінних кліматичних зонах. Також цінним джерелом генетичних ресурсів можуть бути зразки, що завезені з різних регіонів, які мають широку адаптацію до кліматичних змін, екологічно адаптовані, стійкі до збудників найбільш поширених шкодочинних хвороб [88].

Також вченими відмічається, що селекційна робота спрямована лише на адаптацію до стресових чинників, може знизити генетичний потенціал продуктивності [283, 284]. Так, дослідженнями зарубіжних вчених [97] і українських [90] визначено зворотний зв'язок між продуктивністю у сприятливих умовах і врожайністю за дії стресових факторів. У селекції пшениці м'якої на підвищення потенціалу продуктивності із зростанням частки гомозиготних рецесивних генів втрачаються домінантні гени, що відповідають за адаптацію виду [91].

Створення сортів, які мають широку екологічну адаптивність є актуальним у підвищенні і стабілізації виробництва високоякісного зерна. Вирішальним у цьому напрямі є використання у селекційних програмах, за внутрішньовидової гібридизації, досконало вивченого вихідного матеріалу і пошук морфологічних. Фізіологічних та генетичних маркерних ознак для добору на початкових етапах селекційного процесу.

Важливим методом створення генетичного різноманіття виду пшениці м'якої була і залишається внутрішньовидова гібридизація [92], а гетерогенність, яка формується у популяціях, є джерелом для добору селекційно цінних біотипів [93].

За гібридизації генотипів, що відмінні за морфологічними, біологічними і фізіологічними ознаками формується багато генетично змінених форм, які по різному об'єднують ознаки батьківських форм, а отримане різноманіття

рекомбінантів – вихідний матеріал, що сприятиме створенню відмінно нових селекційних форм у тісному взаємозв'язку з навколишнім середовищем. У селекційній роботі для успішного добору пар гібридизації необхідно насамперед визначити напрям селекції і дослідити агроекологічні умови зони впровадження сорту враховуючи фактори, які лімітують потенційну врожайність [28].

За вдалого підбору вихідних форм гібридизації у нащадків відбувається поєднання необхідних ознак і властивостей батьків, що сприяє створенню нового вихідного матеріалу [94]. При цьому наявність необхідних вихідних компонентів гібридизації, прояв і норма реакції у них селекційно цінних ознак обумовлюють схему схрещувань [47]. Складність у поєднанні необхідних ознак і властивостей у нащадків полягає в тому, що вони є кількісними з полігенною детермінацією.

Доволі часто одним з компонентів гібридизації селекціонери використовують сорти і лінії місцевої селекції, які адаптовані до умов відповідної зони , а іншою батьківською формою використовують еколого-географічного віддалені форми різного походження з необхідними ознаками і властивостями [94]. Водночас застосування відповідної схеми гібридизації визначається ефективністю добору у наступних гібридних поколіннях за проявом господарсько цінних ознак [47]. Тому досконале систематичне дослідження вихідного матеріалу за елементами структури врожайності і їх норма реакції (адаптивний прояв) сприяє ефективному добору рекомбінантів із господарсько цінними ознаками і властивостями з наступним використання у селекційній практичній роботі [95].

Проведені раніше дослідження підтверджують ефективність використання показника ступеня фенотипового домінування у гібридів для підбору вихідних форм схрещування і швидкої оцінки гібридних нащадків [16, 37, 40, 47].

У практичній селекційній роботі з метою підвищення продуктивності позитивні трансгресивні рекомбінанти за кількісними ознаками відіграють

важливу роль [16, 40, 47]. Трансгресивній мінливості у нащадків гібридних популяцій сприяє наявність у батьківських форм неалельних генів з комплементарною взаємодією. Відмічається також, що найбільш цінні позитивні трансгресії у більшості формуються у гібридних популяціях де в F_1 відбувалось наддомінування або часткове домінування ознаки вихідної форми з більшим крайнім проявом за неалельної взаємодії генів [94]. Водночас елементи структури врожайності мають полімерний генетичний контроль із різних груп щеплення і у новоствореному генотипі функціональна їх дія та взаємодія сприяє різним типам їх детермінації [96]. У практичній селекційній роботі важливим є генотип, або його гомогетерозиготність і складові продуктивності – генетичний потенціал [97].

Для покращення кількісних ознак – складових врожаю, селекціонери ведуть добір за так званими маркерними ознаками з значним і сильним генетичним кореляційним взаємозв’язком, що допомагає добору і прискорює селекційний процес пшениці м’якої озимої.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови регіону досліджень

Експериментальна частина досліджень проводилася впродовж 2024–2026 рр. в умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету, що знаходиться у центральній північній частині правобережного Лісостепу України.

Зоні притаманний рівнинний рельєф, інколи слабо хвилястий, часом з окремими підвищеннями до 100–300 метрів над рівнем моря. Мікрорельєф рівнини представлений різної форми та величини поглибленнями (блюдцями).

Рівнинний покрив території представлений лісовою і лісостеповою рослинністю. Природна рослинність збереглася на окремих територіях, внаслідок високого рівня використання земельних угідь під ріллю.

Головними материнськими породами, на основі яких сформувались ґрунти даної зони, є лес і лесовидні суглинки. У минулому у цій частині Лісостепу було багато лісів, через що ґрунтовий покрив є досить різноманітним, проте великі масиви охоплюють глибокі малогумусні чорноземи. Переважаючими ґрунтами у Білоцерківському районі є ґрунти чорноземного типу. Вони складають 93,1 % основного земельного фонду сільськогосподарського виробництва. Відносно неглибоко від поверхні знаходяться ґрунтові води та містять значну кількість карбонатів кальцію.

За результатами крупномасштабного обстеження ґрунтового покриву, ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний крупнопилувато-середньосуглинкового гранулометричного складу.

Результати оцінювання якості орного шару ґрунту за допомогою класифікаційних шкал показують, що йому притаманна нейтральна реакція ґрунтового розчину (pH сол. 6.0), він характеризується низьким вмістом

гумусу (3,21 %) та середнім рівнем забезпеченості рослин доступним азотом (154 мг/кг), рухомим фосфором (67 мг/кг) і обмінним калієм (68 мг/кг).

Клімат області є помірно континентальним з нестійким зволоженням. У його формуванні значну роль відіграють такі чинники: переважання континентального повітря помірних широт, надходження сонячної радіації, вторгнення холодного арктичного та вологого і теплого морського повітря.

Максимальна кількість прямої сонячної радіації припадає на липень, мінімальна на грудень. Річні коливання співпадають з коливаннями хмарності. Середньорічна температура повітря становить +7,5 ^{0}C із досить значним коливанням по місяцях. Найхолоднішим місяцем року є січень (-5,9 ^{0}C). У липні спостерігається найвища позитивна середньомісячна температура (19,0 ^{0}C). В більшості років стійкий перехід середньодобових температур повітря через +5 ^{0}C спостерігається у другій половині квітня та другій половині жовтня. Тривалість теплого періоду становить 237–255 днів.

Сума активних температур (вище 10 ^{0}C) коливається від 2616 до 2645 ^{0}C, з тривалістю цього періоду – 160–165 днів, а з температурою вище 15 ^{0}C – 115 днів. Безморозний період триває 165 днів у повітрі і 156 днів на поверхні ґрунту.

Максимальна глибина промерзання ґрунту 150 см, середня – 75 і найменша – 35 см. Мінімальна температура взимку становить -40 ^{0}C, максимальна влітку +40 ^{0}C.

Одним із важливих кліматичних факторів є вологозабезпеченість. За багаторічними даними річна кількість опадів, в середньому складає 562 мм. Опади в різні пори року розподіляються нерівномірно: зимою - 112 мм, весною - 123 мм, влітку - 218 мм, восени -109 мм.

Найбільша кількість опадів (85 мм) випадає в липні. Сніговий покрив в зимовий період є нестійким.

Вчені відмічають, що за останні роки збільшився розмах варіювання погодно-кліматичних умов не тільки впродовж року, але й за періодами вегетації.

Загалом кліматичні умови є сприятливими для вирощування пшениці озимої, але в окремі роки спостерігаються відхилення від середньо-багаторічних показників. До несприятливих умов, що мають місце на території області, слід віднести: малосніжні зими з відлигами і наступним утворенням льодової кірки, нестійкий сніговий покрив, що спричинює пошкодження рослин і їх загибель від дії низьких температур, випрівання, випирання, видування, нерівномірний розподіл опадів протягом весняно-літнього періоду, дія ґрунтової та повітряної посухи в період наливу і дозрівання зерна, часті зливи в період збирання врожаю.

2.2. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень

Для аналізу метеорологічних умов у роки досліджень ми використали дані Білоцерківської метеостанції. У період досліджень 2024–2026 рр. метеорологічні умови вегетаційних періодів вирощування сортів пшениці м’якої озимої відрізнялися як у межах року, так і від середніх багаторічних показників за температурним режимом, кількістю атмосферних опадів та їх розподілом в окремі місяці (табл. 1).

Сівбу пшениці м’якої озимої проводили в кінці третьої декади вересня. За зупинки осінньої вегетації (17.11 – 2024 р., 04 12 – 2025 р.) тривалість вегетації в осінній період склала 42 і 53 доби відповідно. Фактична кількість опадів за осінню вегетацію у 2024 р. – 56 мм і 82,6 мм – 2025 р. перевищила багаторічні показники (53 мм) на 3 мм у 2024 р. та 29,6 мм – 2025 р.

Температурний режим жовтня досліджуваних місяців перевищував середні багаторічні показники (7,9 °С) на 2,7 °С – 2024 р. і 0,4 °С – 2025 р.

У перших двох декадах листопада фактична температура повітря також була більшою за середню багаторічну. Особливо виділилась перша декада, коли за багаторічного показника (3,4 °С) фактичні середні температури повітря склали у 2024 р. – 5,1 °С; 2025 р. – 8,1 °С (додаток А1). У третій декаді

листопада 2025 р. фактична середня температура повітря склала 5,3 °С, що більше за багаторічний показник (0,7 °С) на 4,6 °С.

Таблиця 1. Метеорологічні умови у 2024–2026 рр. (за даними Білоцерківської метеостанції)

Місяць / Показник	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
2024 р.												
Опади, мм **	-	-	-	-	-	-	-	9,6	13,2	56,0	36,1	41,0
Середня t,^{0}C *	-	-	-	-	-	-	-	21,8	19,5	10,6	2,4	-0,1
2025 р.												
Опади, мм **	11,3	3,0	26,3	26,9	86,6	29,8	96,6	21,5	33,4	80,4	49,5	27,0
Середня t,^{0}C *	2,0	-3,8	6,8	10,2	13,1	18,8	21,7	19,0	16,1	8,3	6,3	0,0
2026 р.												
Опади, мм **	52,3	38,2	1,6	31,0	47,8	62,6	16,0	-	-	-	-	-
Середня t,^{0}C *	-8,3	-6,0	5,0	7,2	15,1	19,4	19,8	-	-	-	-	-
Середні багаторічні показники												
Опади, мм **	35	33	30	47	46	73	85	60	35	33	41	44
Середня t,^{0}C *	-5,9	-4,4	0,3	8,4	14,9	17,8	19,0	18,4	13,8	7,9	2,0	0,4

Температурний режим грудня у роки досліджень був близький до багаторічних показників. Водночас середній показник температури повітря у січні перевищив середню багаторічну (-5,9 °С) на 7,9 °С – 2025 р. та був меншим на 2,4 °С – 2026 р.,

У лютому температурний режим був теплішим за середні багаторічні показники (-4,4 °С) у 2025 р. – -3,8 °С та прохолоднішим -6,0 °С – 2026 р.

Температурний режим, що склався у календарні зимові місяці 2024/2025 вегетаційного року сприяв успішній перезимівлі рослин пшениці м'якої озимої досліджуваних сортів. При цьому середня температура січня (-8,3) і лютого (- 0,6 °С) 2025 р. могла дещо пошкодити посіви пшениці озимої, але достатній сніговий покрив запобіг дії критичних температур повітря, яка за другу декаду січня і першу декаду лютого склала -14,2 та -11,1 °С відповідно.

Фактична кількість опадів за зимові місяці була меншою середньої багаторічної (112 мм) у 2024/2025 – 55,3 мм вегетаційному році та перевищила їх у 2024/2025 (117,5 мм) вегетаційному році.

Меншу кількість опадів за середній багаторічний показник (30 мм) також відмітили у березні 2025 р. – 26,3 мм і 2026 р. – 1,6 мм. У квітні 2025 р. (26,9 мм) і 2026 р. (31,0 мм) кількість опадів була меншою на 20,1 і 16,0 мм відповідно за середню багаторічну – 47 мм.

У травні 2025 р (86,6 мм) і 2026 р. (47,8 мм) фактична кількість опадів була більшою за середній багаторічний показник на 40,6 і 1,2 мм відповідно, що дещо покращило вологозабезпеченість рослин пшениці відносно попередніх місяців.

За температурним режимом березень досліджуваних років значно відрізнявся від середньо багаторічної температури повітря – 0,3 °С. Так, середня фактична температура повітря за березень склала: 2025 р. – 6,8 °С і 2026 р. – 5,0 °С:

За таких умов відновлення весняної вегетації відмітили у 2025 р. – 2 березня, 2026 р. – 12 березня. Ріст і розвиток рослин пшениці м'якої озимої в перший місяць вегетації 2025 і 2026 рр. характеризувався поступовим наростанням температурного режиму із зниженням середньої температури повітря у першій декаді квітня – 4,8 °С.

Температурний режим квітня 2025 р. (10,2 °С) значно перевищував середній багаторічний показник – 8,4 °С, а у 2026 р. (7,2 °С) був меншим на

1,2 °С. Середня температура травня 2026 р. (15,1 °С) була близькою до середньої багаторічної – 14,9 °С, при цьому у травні 2025 р. була меншою і склала 13,1 °С.

У травні 2025 та 2026 рр. відмітили надмірну (ГТК = 2,1) і достатню вологість (ГТК = 1,0) відповідно.

Характеризуючи метеорологічні умови літнього періоду, слід відмітити, що червень за температурним режимом значно перевищував середній багаторічний показник – 17,8 °С, за фактичних даних 18,8 °С – 2025 р. і 19,4 °С – 2026 р. Найбільш спекотною виявилась перша декада червня 2025 р. (21,4 °С) за середнього багаторічного показника 17,3 °С і третя декада 2026 р. – 23,2 °С (додаток А2).

Фактична кількість опадів за червень 2025 р. (29,8 мм) і 2026 р. (62,6 мм) була меншою на 43,2 мм і 10,4 мм відповідно.

Формування зерна пшениці м’якої озимої від запліднення до молочної стиглості у 2026 р. (ГТК = 1,2) відбувалось за достатнього забезпечення вологою, а у 2025 р. за сильної посухи – ГТК = 0,4.

Середня температура повітря за першу (22,5 °С) і другу (22,7 °С) декади липня 2025 р. перевищувала середньо багаторічний показник. Гідротермічний коефіцієнт за перші дві декади липня досліджуваних років: 2025 р. (ГТК = 1,0), 2026 р. (ГТК = 0,6) вказує на достатню забезпеченість вологою у 2025 р. і середню посуху в умовах 2025 р. у період воскова-повна стиглість зерна пшениці. Таким чином умови, що склалися значно вплинула на формування маси зерна головного колоса, рослини, маси 1000 зерен і врожайності зерна в цілому.

Узагальнюючи дані аналізу показників температурного режиму і кількості опадів та їх розподілу, можна стверджувати, що метеорологічні умови нашої зони є значно мінливими. Водночас розподіл опадів і температурний режим сприяли нам всесторонньо оцінити досліджувані сорти пшениці м’якої озимої та виявити більш пристосовані до умов навколишнього середовища.

2. 3. Матеріал і методика проведення досліджень

Батьківськими формами, що підібрані до схрещувань у 2024 р. були сорти пшениці м'якої озимої, а саме лісостепового екотипу Гадзинка, Зоря ланів – селекції Білоцерківської ДСС ІБКіЦБ і степового екотипу Гарантія одеська, Житниця одеська – оригінатор Селекційно генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення НААН України. Від проведених схрещувань досліджували чотири гібриди у 2025 р. і їх популяції F_2 (2026 р.), а саме: Гадзинка / Гарантія одеська, Гадзинка / Житниця одеська, Зоря ланів / Гарантія одеська, Зоря ланів / Житниця одеська.

Насіння пшениці батьківських форм, гібридів і популяцій F_2 висівалося в гібридному розсаднику ручною сівалкою відповідно схеми: материнська форма, гібрид (популяція), чоловіча форма (запилювач). Працювали з гібридним поколінням за методом педігрі. Попередником була гірчиця на зерно. У дослідах агротехніка була загальноприйнятою для вирощування пшениці м'якої озимої в Лісостепу. Для проведення біометричного аналізу сноповий матеріал відбирали після настання повної стиглості зерна, згідно методики [98].

Для визначення типу успадковування досліджуваних кількісних ознак у міжсортових гібридів використовували показник ступеня фенотипового домінування (h_p), який визначали згідно загальноприйнятого методу, за формулою Г.М. Бейла та Р.І. Аткінса (1965).

$$h_p = (X_F - X_{mp})/(X_p - X_{mp}),$$

де X_F – середнє значення показника у гібрида;

X_{mp} – середнє значення показника обох батьківських форм;

X_p – середнє значення батьківської форми з сильнішим розвитком ознаки.

Ми використали таку градацію ступеня фенотипового домінування: $-\infty < h_p > -1$ – від'ємне наддомінування: $-1 \leq h_p > -0,5$ – від'ємне домінування; $-0,5 \leq h_p \geq +0,5$ – проміжне успадкування; $+0,5 \leq h_p \leq +1$ – позитивне домінування; $+1 < h_p \leq + \infty$ – позитивне наддомінування.

Визначення ступеня (Тс) і частоти (Тч) позитивних трансгресій проводили за формулами, що запропоновані А.П. Орлюком, В.В. Базалієм (1998).

Для комплексної оцінки умов зволоження використовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Селянінова (1978), який враховує як надходження опадів, так і сумарну їх витрату на випаровування, яка обумовлена температурою повітря за цей період. Класифікація показника ГТК наступна: менше 0,4 – дуже сильна посуха; від 0,4 до 0,5 – сильна посуха; від 0,5 до 0,7 – середня посуха; від 0,7 до 0,9 – слабка посуха; від 1,0 до 1,5 – достатньо вологість, більше 1,5 – надмірна вологість.

Оцінку прояву кількісних ознак проводили за показником середньої арифметичної **($\bar{x} \pm S\bar{x}$)**, визначали мінімальний (min) і максимальний (max) вияв досліджуваних показників, розмах їх мінливості (R), дисперсією (S^2), і коефіцієнт варіації (V, %) [98].

Аналіз біометричних показників проводили у триразовій повторності за середнім зразком з 25 рослин. Результати експериментальних даних обробляли статистичним методом за допомогою програми “Statistica”, версія 12.0.

2.4. Господарська характеристика вихідних форм гібридизації

Сорт пшениці м’якої озимої *Гадзинка* створений методом схрещування колекційного номера АПВ-1 з сортом Перлина лісостепу з наступними багаторазовими відборами методом педігрі в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції. Рекомендується для вирощування у всіх зонах України.

Відмінні особливості сорту та апробаційні ознаки. Різновид *lutescens*. Восковий наліт на піхві, колосі і соломині помірний. Соломина над основою колоса слабко виповнена. Колос циліндричної форми, нещільний, довгий, без остюків і зубців. На нижніх квіткових лусках колосків колоса наявні зубці. На

нижній колосковій лусці плече за шириною середнє, за формою піднесене. Зубець нижньої колоскової луски короткий, ледь зігнутий. Язичок короткий, вушка шилоподібні, нижня колоскова луска ланцетної форми. Зернівка червона, за довжиною, шириною і крупністю – середня. Маса 1000 зерен 40–41 г.

Біологічні та господарські показники. Сорт високорослий, середня висота рослин, за роки державного сортовипробування у Степу України склала 113,6; Лісостепу 114 см; Поліссі 127,5 см. Має підвищену стійкість до вилягання – 9 балів, осипання зерна – 9 балів, Стійкість до посухи складає 7–9 балів. Сорт толерантний ураження: борошнистою росою – 7–9 балів; бурою іржею – 8-9 балів, кореневих гнилей і фузаріозу колоса – 8–9 балів.

Середньопізній, тривалість періоду вегетації в середньому складає: Степ України – 272 доби; Полісся – 280 діб.

Високоврожайний, За результатами кваліфікаційної експертизи у 2020 р. в середньому по Лісостепу врожайність формувалась на рівні 5,67 т/га, Степу – 5,45 т/га, Поліссі – 6,4 т/га. Потенційна врожайність висока. Так, у 2020 р. у Черкаській філії УІЕСР отримали 6,98 т/га, Миколаївській УІЕСР – 8,06 т/га, Закарпатській УІЕСР – 8,65 т/га.

Сорт цінний за хлібопекарськими властивостями: вміст білка у зерні у Степу 13,8 %, Лісостепу 13,6 %, Поліссі 13,2 %; об’єм хліба склав 960–980 мл; вміст клейковини – 29,0–30,1 % [53].

Сорт пшениці м’якої озимої *Зоря ланів* створений внутрішньовидовим (*Triticum aestivum* L.) схрещуванням сортів Перлина лісостепу / Донський маяк з наступними багаторазовими в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції. Рекомендується для вирощування у зонах Лісостепу і Полісся.

Відмінні особливості сорту та апробаційні ознаки. Різновид *lutescens*, кущ напівпрямий. Восковий наліт на піхві і на верхньому міжвузлі сильний, на колосі помірний. Колос білий, циліндричний, нещільний, без остюків і зубців, довгий, На нижніх колоскових лусках наявні зубці. На нижній колосковій лусці плече широке, пряме з дуже коротким ледь зігнутим зубцем. Язичок короткий, вушка гострі, нижня колоскова луска овальної форми.

Зернівка червона, середньої довжини і ширини, крупна – має велике співвідношення довжини до ширини. Маса 1000 зерен 43–47 г.

Біологічні та господарські показники. Сорт середньорослий з висотою 98–106 см, середньостиглий з тривалістю вегетаційного періоду 268 діб. Стійкий до несприятливих зимових умов. Має підвищену стійкість до кореневих гнилей – 9 балів, борошнистої роси і фузаріозу колоса – 8 балів.

Високоврожайний, за результатами кваліфікаційної експертизи у 2018 р. в середньому по зоні Лісостепу врожайність склала 7,03 т/га, а в умовах 2019 р. – 6,9 т/га. Потенційна врожайність сорту висока. Так, у Черкаській філії УІЕСР (2019 р.) отримали зерна 8,18 т/га, Вінницькій філії УІЕСР – 9,48 т/га.

Сорт відмінний за хлібопекарськими властивостями: вміст білка у зерні у 2017 р. становив 15,6 %, вміст клейковини – 32,2 %, за її відмінної якості – ВДК –70 од., об'ємний вихід хліба склав 1200 мл; [53].

Сорт *Гарантія одеська*. Оригінатор Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН України. Рік реєстрації 2015 р. Рекомендований для вирощування у Степу і Лісостепу України.

Відмінні особливості сорту та апробаційні ознаки: різновид *erithospermum*. Колос білий або солом'яно-жовтий, середньої щільності (19–21 колосок на 10 см колосового стрижня). Опушення нижньої колоскової луски слабке. Зернівка червона. Маса 1000 зерен 40,6–42,8 г.

Господарська характеристика. Середньорослий з середньою висотою рослин 75,0 см. Середньоранній. Тривалість періоду вегетації складає 263–277 діб. Зимостійкість (7,7–8,8 балів) і посухостійкість – 7,8–8,6 балів. Стійкий до осипання – 8,4–8,8 балів. Характеризується підвищеною стійкістю до борошнистої роси, бурої іржі, фузаріозу колоса – 9,0 балів.

Високоврожайний. Зернового використання. У державному сортовипробуванні (2013–2015 рр.) врожайність склала 4,46 т/га.

За хлібопекарськими якостями сорт відноситься до сильних пшениць. Уміст білку 14,0 %, клейковини 29,8 %. Сила борошна 315 о.а., об'ємний вихід хліба зі 100 г борошна 1060 мл. Придатний до екологічного землеробства [99].

Сорт *Житниця одеська*. Оригінатор Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН України. Рік реєстрації 2016 р. Рекомендований для вирощування у Степу, Лісостепу і Поліссі України.

Відмінні особливості сорту та апробаційні ознаки: різновид *erithospermum*. Сорт має прямостоячий тип кущіння. прапорцевий листок темно-зеленого кольору, еректоїдного типу. У повній стиглості колосся біле, веретеноподібної форми, середньої щільності (19–21 колосків на 10 см стрижня), довжиною 10,8–12,4 см. Соломина товста і пружна, підколоскове міжвузля утримує колосся в майже прямостоячому стані. Колоскова луска овально-ланцетної форми, слабко опушена, довжиною 13,7–14,9 мм, шириною 4,0–4,2 мм. Плече піднесене. Зубець колоскової луски прямий, довжиною 3,4–4,8 мм. Кіль наявний, язичок короткий. Зернівка червона, видовжена (довжиною 7,3–8,5 мм, шириною 3,4–3,6 мм, товщиною 3,3–3,8 мм). Маса 1000 зерен 39–44 г.

Господарська характеристика. Сорт високоінтенсивного типу універсального використання на високих і середніх агрофонах. Короткостебловий, висота рослин 82–92 см. Винятково стійкий до вилягання (9 балів), осипання (9 балів) та проростання зерна в колосі при перестої (період спокою 45 - 50 діб). Середньостиглий, вегетаційний період складає 282–287 діб. Характеризується підвищеною морозостійкістю, зимостійкість та посухостійкістю і жаростійкістю – 9 балів. Стійкий до кислотності і засоленості ґрунту.

Урожайність у державному сортовипробуванні склала 8,3–12,9 т/га, із значним перевищенням національних стандартів на 0,93–1,58 т/га. Формує високий урожай за рахунок поєднання крупного (10,8–12,4 см), добре

озерненого колоса (56–68 зерен) і високої продуктивної кущистості – 688–890 шт. стебел на 1 м²

За хлібопекарськими якостями відповідає сильній пшениці: вміст білка 13,6–14,2 %, клейковини 32–36 %, «сила» борошна 340–380 о. а., загальна оцінка хліба 4,6–5,0 бала. У спеціальних агротехнічних дослідах помічено підвищену стабільність показників хлібопекарських властивостей на низьких агрофонах [99].

РОЗДІЛ 3
СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗАЛУЧЕННЯМ ДО ГІБРИДИЗАЦІЇ ЛІСОСТЕПОВОГО І СТЕПОВОГО ЕКОТИПІВ

М'яка озима пшениця, яка посідає одне з провідних місць у структурі посівних площ зернових культур Лісостепу України, виявляє високу чутливість до зростаючого впливу несприятливих чинників як антропогенного, так і природного походження. Для повнішої реалізації генетичного потенціалу продуктивності сучасних інноваційних сортів необхідно мати генетичні донори та джерела стійкості до стресових абіотичних і біотичних факторів середовища, поєднані з високою якістю зерна.

Загальновідомо, що в сучасній селекційній практиці гібридизація є основним методом створення різноманітного вихідного матеріалу. Теоретично формотворчий процес у межах внутрішньовидової гібридизації *Triticum aestivum* L., який базується на незалежному комбінуванні генів, вважається практично необмеженим. Проте різні типи взаємодії генів (комплементарність, епістаз, плейотропія, полімерія, зчеплене успадкування) [], а також генетичні й фізіологічні кореляції істотно впливають на можливість перекомбінування ознак у гібридних нащадків. Тому, з метою розширення формотворчого процесу в гібридних поколіннях, доцільно залучати до гібридизації вихідний матеріал різного екологічного походження.

3.1 Детермінація і трансгресивна мінливість загальної і продуктивної кущистості

У формуванні генетично закладеної врожайності зерна пшениці озимої важливе значення має кущіння як еволюційне природне пристосування злаків компенсувати втрати рослин за несприятливих умов зимового періоду. Під загальною кущистістю розуміють кількість сформованих стебел на рослинах

пшениці, а кількість колосоносних стебел із зерном характеризує продуктивну кущистість.

Отримані результати досліджень свідчать, що середня загальна кущистість у досліджуваних гібридів склала 6,3–7,0 шт. стебел, а вихідних форм гібридизації від 5,3 шт. стебел (Зоря ланів) до 6,9 шт. стебел у сорту Гадзинка (табл. 2).

Таблиця 2 – **Ступінь прояву і варіювання загальної кущистості у гібридів і батьківських форм**

Батьківська форма і комбінація схрещування	2025 р.			
	$(\bar{x} \pm S\bar{x})$, шт.	Lim (шт.)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	6,9 ± 0,56	3	11	31,4
Гадзинка / Гарантія одеська	6,8 ± 0,45	4	12	30,1
♂ Гарантія одеська	6,3 ± 0,54	4	11	33,3
Гадзинка / Житниця одеська	6,3 ± 0,28	5	9	21,9
♂ Житниця одеська	5,9 ± 0,55	3	11	36,0
♀ Зоря ланів	5,3 ± 0,49	3	10	36,3
Зоря ланів / Гарантія одеська	6,7 ± 0,35	5	10	22,1
Зоря ланів / Житниця одеська	7,0 ± 0,78	3	15	40,4

За проведеного біометричного матеріалу встановлено значну диференціацію загальної кущистості за різницею між крайнім мінімальним і максимальним її проявом у рослин гібридів від 4 шт. стебел (Гадзинка / Житниця одеська) до 12 шт. стебел – Зоря ланів / Житниця одеська і відповідних коефіцієнтів варіації 21,9 % та 40,4 %. У вихідних сортів варіабельність була склала від 7 шт. стебел (Гарантія одеська, Зоря ланів) до 8 шт. стебел – Гадзинка і Житниця одеська за коефіцієнтів варіації 31,4–36,3 %.

Вчені відмічають у своїх наукових роботах, що дослідження характеру успадкування складових продуктивності пшениці є важливим у розробці стратегії селекційного процесу, в тому числі і методів добору.

У наших дослідженнях ступінь фенотипового домінування (h_p) коливався від мінус 0,2 до 2,4. Найбільш поширеним типом успадкування було

проміжне ($-0,5 \leq h_p \geq +0,5$), яке спостерігається в комбінаціях схрещування Гадзинка / Житниця одеська ($h_p = -0,2$) і Зоря ланів / Гарантія одеська – $h_p = 0,1$. Позитивне наддомінування та позитивне домінування встановлене у гібридів Зоря ланів / Житниця одеська ($h_p = 2,4$) і Гадзинка / Гарантія одеська ($h_p = 0,7$) відповідно (табл. 3).

Таблиця 3 – **Успадкування загальної кущистості у F_1 пшениці м'якої озимої** (2025 р.)

Комбінація схрещування	Ступінь фенотипового домінування (h_p)		
	проміжне успадкування ($-0,5 \leq h_p \geq +0,5$)	позитивне домінування ($+0,5 < h_p \leq +1$)	позитивне наддомінування ($+1 < h_p \leq +\infty$)
Гадзинка / Гарантія одеська	-	0,7	-
Гадзинка / Житниця одеська	-0,2	-	-
Зоря ланів / Гарантія одеська	0,1	-	-
Зоря ланів / Житниця одеська	-	-	2,4

Більшість популяцій F_2 за показником загальної кущистості (3,2–6,5 шт. стебел) і за проявом крайніх максимальних значень (5–10 шт. стебел) перевищували батьківські форми, що вказує на значний формотворчий процес у нащадків. Слід виділити комбінацію Зоря ланів / Житниця одеська, в якої загальна кущистість була на рівні 6,5 шт., а мінімальні і максимальні показники 4 і 10 шт відповідно і Гадзинка / Гарантія одеська з середнім показником і максимальним проявом у нащадків – 4,2 шт. стебел та 7 шт. стебел відповідно (табл. 4).

Коефіцієнт варіації загальної кущистості у гібридних популяцій (29,1–38,2 %) і їх батьківських форм (31,9–41,6 %) визначили на значному рівні.

Таблиця 4 – **Формування загальної кущистості у вихідних сортів і гібридних популяцій**

Вихідні сорти і гібридна популяція F_2	2026 р.			
	$(\bar{x} \pm S\bar{x})$, шт.	Lim (шт.)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	3,5 ± 0,40	2	5	36,3
Гадзинка / Гарантія одеська	4,2 ± 0,39	1	7	38,2
♂ Гарантія одеська	2,8 ± 0,29	2	4	32,7
Гадзинка / Житниця одеська	3,2 ± 0,30	1	5	35,1
♂ Житниця одеська	3,0 ± 0,39	2	6	41,6
♀ Зоря ланів	1,6 ± 0,13	1	2	31,9
Зоря ланів / Гарантія одеська	3,9 ± 0,34	2	6	29,1
Зоря ланів / Житниця одеська	6,5 ± 0,62	4	10	30,1

В наших дослідженнях середня продуктивна кущистість у гібридів склала 4,0–4,1 шт. і значно перевищувала показники вихідних батьків – 2,9–3,5 шт. стебел. За проявом максимальних значень продуктивної кущистості гібриди першого покоління перевищували межі вихідних форм, або були на рівні батьківської форми з більшим її проявом (табл. 5).

Таблиця 5 – **Формування продуктивної кущистості у гібридів і батьківських форм**

Батьківські форма і гібрид	2024 р.			
	$(\bar{x} \pm S\bar{x})$, шт.	Lim (шт.)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	3,5 ± 0,27	2	5	30,0
Гадзинка / Гарантія одеська	4,1 ± 0,21	3	7	23,1
♂ Гарантія одеська	3,0 ± 0,32	1	6	42,2
Гадзинка / Житниця одеська	4,1 ± 0,28	1	7	32,7
♂ Житниця одеська	2,9 ± 0,27	2	5	36,2
♀ Зоря ланів	3,1 ± 0,29	2	5	36,8
Зоря ланів / Гарантія одеська	4,1 ± 0,27	2	6	28,9
Зоря ланів / Житниця одеська	4,0 ± 0,25	2	6	22,4

Досліджені значні коефіцієнти варіації продуктивної кущистості як у гібридів (V = 22,4–32,7 %), так і батьківських форм – 30,0–42,2 %.

Гібридні популяції F_2 за ознакою «продуктивна кущистість» характеризувалися значним формотворчим процесом і в більшості, перевищували вихідні батьківські форми. Крайні максимальні показники продуктивної кущистості нащадків популяцій виходили за межі вихідних форм. Слід виділити популяції Гадзинка / Гарантія одеська і Зоря ланів / Житниця одеська із максимальним проявом у рекомбінантів 5 шт. продуктивних стебел (табл. 6).

Таблиця 6 – **Формування продуктивної кущистості у вихідних сортів і гібридних популяцій**

Вихідні сорти і гібридна популяція F_2	2026 р.			
	$(\bar{x} \pm S_{\bar{x}})$, шт.	Lim (шт.)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	2,4 ± 0,16	2	3	21,7
Гадзинка / Гарантія одеська	2,8 ± 0,21	1	5	31,5
♂ Гарантія одеська	2,0 ± 0,26	1	3	40,9
Гадзинка / Житниця одеська	2,2 ± 0,26	1	4	44,3
♂ Житниця одеська	2,1 ± 0,18	1	3	26,9
♀ Зоря ланів	1,3 ± 0,13	1	2	37,7
Зоря ланів / Гарантія одеська	2,6 ± 0,24	2	4	31,0
Зоря ланів / Житниця одеська	3,9 ± 0,23	3	5	18,8

Варіювання продуктивної кущистості у гібридних популяцій F_2 (V = 31,0–44,3 %), за винятком Зоря ланів / Житниця одеська (V = 18,8 %), і батьківських форм (V = 21,7–40,9 %) було значним.

У проведених нами дослідженнях ступінь позитивних трансгресій за загальною кущистістю у популяцій F_2 становив 16,7-60,0 % з частотою 4,8-20,0 % (табл. 7).

Між ступенем фенотипового домінування в F_1 за загальною кущистістю і ступенем позитивних трансгресій в популяцій F_2 не встановлено тісного кореляційного взаємозв’язку – r =0,119 (рис. 1).

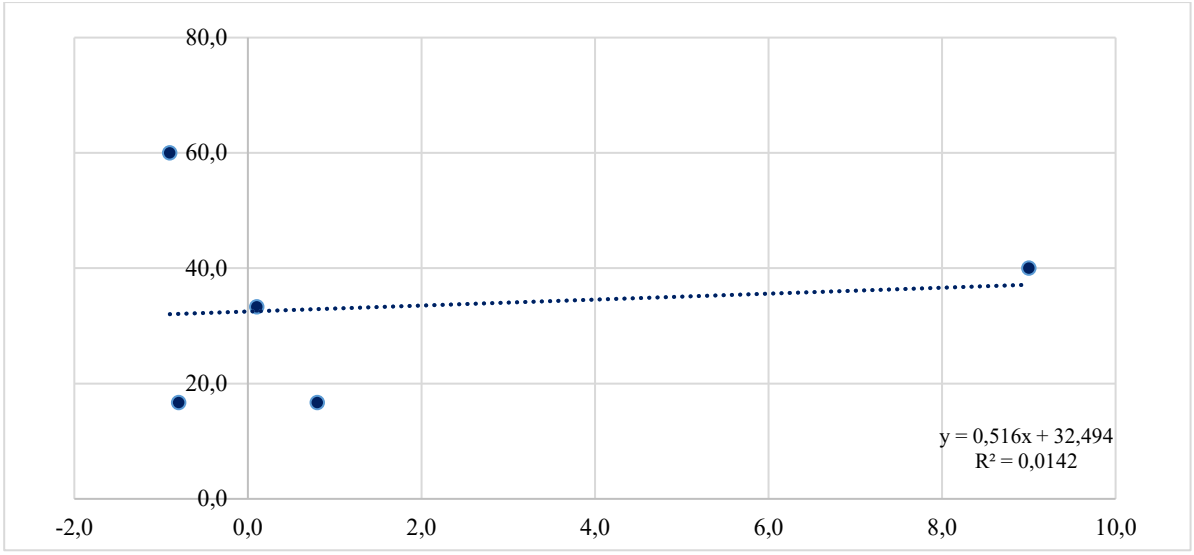

Рисунок 1 – Кореляційний взаємозв'язок показника ступеня фенотипового домінування загальної кущистістю в F_1 з ступенем позитивних трансгресій у популяцій F_2

Водночас між ступенем фенотипового домінування і частотою трансгресивних рекомбінантів за загальною кущистістю встановлено пряму сильну кореляційну взаємозалежність – r = 0,860 (рис. 2).

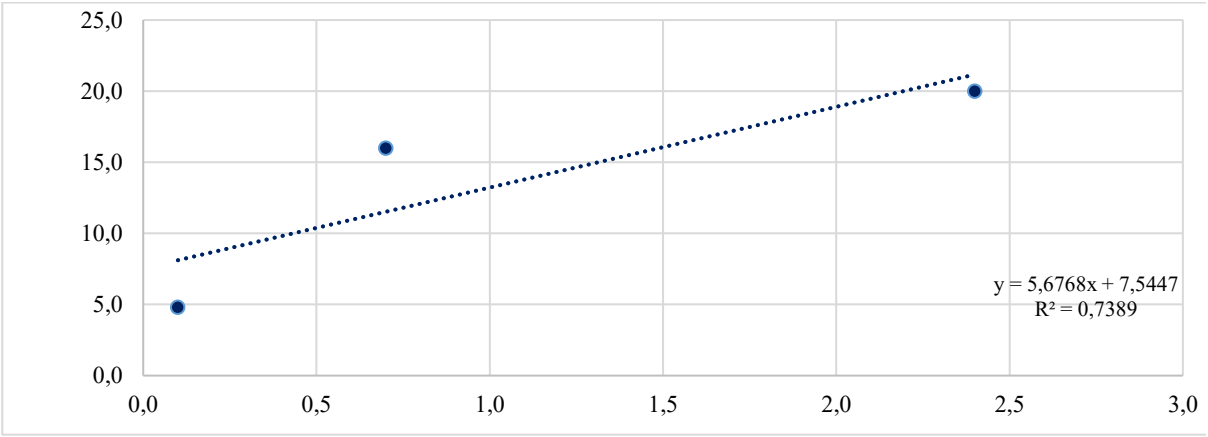

Рисунок 2 – Взаємозв'язок ступеня фенотипового домінування загальної кущистістю в F_1 з частотою рекомбінантів у популяцій F_2

Успадкування продуктивної кущистості гібридами проходило за типом позитивного наддомінування за показника ступеня фенотипового домінування

від h_p = 2,0 (Зоря ланів / Житниця одеська) до h_p = 3,4 – Гадзинка / Гарантія одеська (табл. 7).

Таблиця 7 – **Ступінь і частота позитивних трансгресій за загальною і продуктивною кущистістю у популяцій F_2 (2026 р.)**

Популяція	Загальна кущистість			Продуктивна кущистість		
	Ступінь h_p в F_1, 2025 р.	Ступінь трансгресії, %	Частота трансгресій, %	Ступінь h_p в F_1, 2025 р.	Ступінь трансгресії, %	Частота трансгресій, %
Гадзинка / Гарантія одеська	0,7	40,0	16,0	3,4	66,7	8,0
Гадзинка / Житниця одеська	-0,2	–	–	3,0	33,3	7,7
Зоря ланів / Гарантія одеська	0,1	20,0	4,8	2,3	–	–
Зоря ланів / Житниця одеська	2,4	25,0	20,0	2,0	–	–

Виявлені лише дві популяції другого покоління Гадзинка / Гарантія одеська, яка мала найвищий ступінь позитивних трансгресій продуктивної кущистості 66,7 % з частотою 8,0 % і Гадзинка / Житниця одеська 33,3 % і 7,7 %.

На рівні прямого помірного встановили кореляційний взаємозв'язок ступеня трансгресій у популяцій F_2 з частотою рекомбінантів – r = 0,488.

3.2 Успадкування і трансгресивна мінливість довжини головного колоса

Найсуттєвішою ознакою, що визначає урожайність озимої пшениці за оптимальної густоти стеблостою, є продуктивність колоса. Формування більшої фотосинтетичної поверхні значною мірою зумовлюється структурою колоса, яка обумовлена довжиною колосового стержня, кількістю та розміщенням у колосі колосків, розміром колоскових і квіткових лусок.

Розміри колоса і складові його продуктивності мають генетичний полімерний контроль.

У гібридів довжина головного колоса склала 8,5–9,0 см проти 7,3–8,6 см у батьківських форм і перевищувала (за виключенням Гадзинка / Житниця одеська – 8,5 см) показники батьків. За розмахом мінливості ознаки «довжина головного колоса» гібриди, отримані від схрещування степового екотипу з лісостеповим, перевищували межі вихідних форм, або були на рівні батьківської форми з більшим проявом. За крайніми максимальними проявом довжини колоса у гібридів (10,0–10,5 см) за винятком Гадзинка / Гарантія одеська (8,6 см) встановлено перевищення над батьківськими формами – 9,0–9,5 см (табл. 8).

Таблиця 8 – **Формування довжини головного колоса у гібридів і батьківських форм**

Батьківська форма і гібрид	2025 р.			
	$(\bar{x} \pm S\bar{x})$, см	Lim (см)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	7,7 ± 0,14	7,0	9,0	7,0
Гадзинка / Гарантія одеська	8,0 ± 0,13	5,8	8,6	7,5
♂ Гарантія одеська	7,3 ± 0,12	6,5	8,2	6,4
Гадзинка / Житниця одеська	8,5 ± 0,14	7,4	10,2	7,8
♂ Житниця одеська	8,6 ± 0,12	7,8	9,5	5,5
♀ Зоря ланів	8,4 ± 0,11	8,0	9,2	4,9
Зоря ланів / Гарантія одеська	9,0 ± 0,14	8,2	10,5	6,8
Зоря ланів / Житниця одеська	8,8 ± 0,18	8,1	10,0	7,2

Коефіцієнт варіації довжини головного колосу у F_1 (V = 6,8–7,8 %) і батьківських форм (V = 4,9–7,0 %) свідчить про незначне варіювання довжини колоса.

Усі гібридні популяції другого покоління за середнім показником довжини головного колоса (7,0–8,0 см) перевищували вихідні сорти гібридизації – 5,1–6,6 см. За крайнім максимальним проявом довжини колоса популяцій (8,0–9,4 см) встановлено перевищення над батьківськими формами

(6,3–7,8 см), що вказує на значний формотворчий процес у другому гібридному поколінні. Слід виділити дві популяції Зоря ланів / Гарантія одеська і Зоря ланів / Житниця одеська в яких середня довжина головного колоса склала 8,0 і 7,8 см, а крайні максимальні значення сягали 8,5 і 9,4 см (табл. 9).

Таблиця 9 – **Формування довжини головного колоса у вихідних сортів і гібридних популяцій**

Вихідні сорти і гібридна популяція F_2	2026 р.			
	$(\bar{x} \pm S\bar{x})$, см	Lim (см)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	6,1 ± 0,12	5,6	6,6	6,1
Гадзинка / Гарантія одеська	7,1 ± 0,15	6,1	8,2	8,9
♂ Гарантія одеська	6,6 ± 0,18	5,7	7,5	8,8
Гадзинка / Житниця одеська	7,0 ± 0,18	6,0	8,0	8,9
♂ Житниця одеська	6,6 ± 0,21	5,6	7,8	10,3
♀ Зоря ланів	5,1 ± 0,16	4,2	6,3	11,8
Зоря ланів / Гарантія одеська	8,0 ± 0,12	6,7	8,5	6,5
Зоря ланів / Житниця одеська	7,8 ± 0,28	6,5	9,4	11,2

У наших дослідженнях успадкування ознаки «довжина головного колоса» у гібридів (2024 р.) відбувалось за: позитивним наддомінуванням у двох комбінацій схрещування Гадзинка / Гарантія одеська (h_p = 2,5) і Зоря ланів / Гарантія одеська (h_p = 5,0), позитивним домінуванням (h_p = 0,8) – Гадзинка / Житниця одеська, проміжним успадкуванням (h_p = 0,8) – Гадзинка / Житниця одеська (табл. 10).

Ступінь позитивних трансгресій за довжиною головного колоса встановлено в усіх гібридних популяцій другого покоління – 2,6–44,6 %. Виділилась популяція Зоря ланів / Житниця одеська з найвищим ступенем трансгресії за частоти генотипів, які перевищували показники кращої батьківської форми становила 90 %. У інших популяцій за ступеня трансгресій 2,6–9,2 % вищеплення трансгресивних рекомбінантів склало 12,0–23,8 %.

Таблиця 10 – **Ступінь і частота позитивних трансгресій за довжиною головного колосу у гібридів F_2 (2026 р.)**

Комбінація схрещування	Ступінь фенотипового домінування в F_1, 2025 р.	Ступінь трансгресії, %	Частота трансгресій, %
Гадзинка / Гарантія одеська	2,5	9,3	12,0
Гадзинка / Житниця одеська	0,8	2,6	15,4
Зоря ланів / Гарантія одеська	5,0	6,3	23,8
Зоря ланів / Житниця одеська	-0,3	44,6	90,0

Визначено обернену значну кореляційну взаємозалежність (r = -0,610) між ступенем фенотипового домінування в F_1 за довжиною головного колоса і ступенем трансгресій популяцій F_2 (рис. 3).

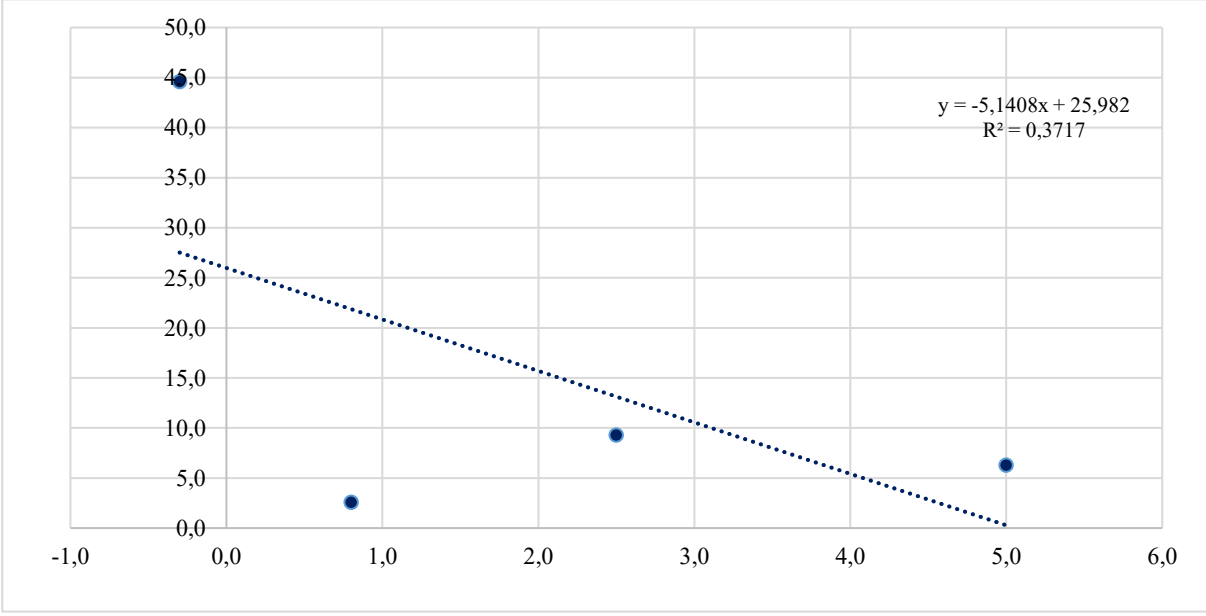

Рисунок 3 – Взаємозв'язок ступеня фенотипового домінування за довжиною головного колоса в F_1 з ступенем позитивних трансгресій у популяцій F_2

Між ступенем фенотипового домінування в F_1 і частотою трансгресивних рекомбінантів популяцій F_2, за довжиною головного колоса, визначена значна обернена взаємозалежність – r = -0,581 (рис. 4).

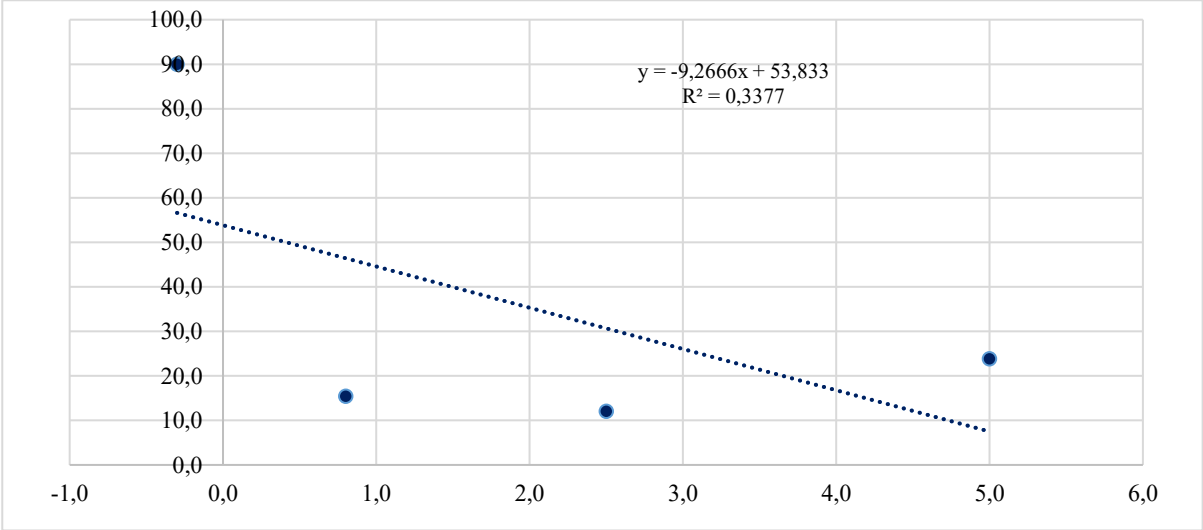

Рисунок 4 – Кореляційний взаємозв'язок ступеня фенотипового домінування в F_1 з частотою трансгресивних рекомбінантів у популяцій F_2 за довжиною головного колоса

Пряму дуже сильну, близьку до функціональної (r = 0,977) взаємозалежність виявлено між ступенем і частотою трансгресій у популяцій F_2 (рис. 5).

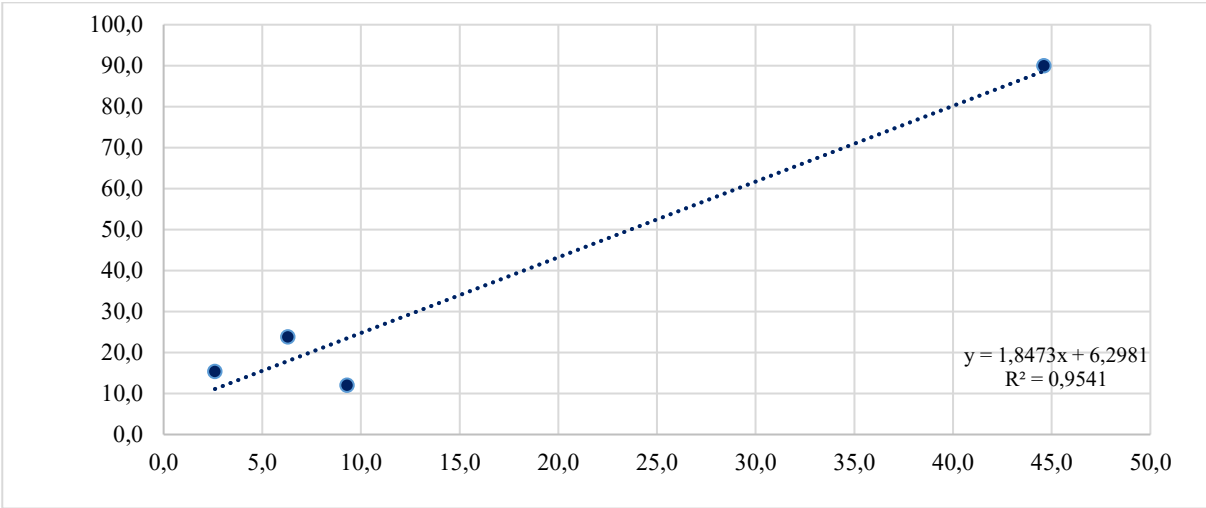

Рисунок 5 – Взаємозв'язок ступеня позитивних трансгресій із частотою рекомбінантів у популяцій F_2 за довжиною головного колоса

Дослідженнями не встановлено тісного взаємозв'язку між ступенем фенотипового домінування у гібридів і ступенем позитивних трансгресій та їх частотою за довжиною головного колоса. Натомість між ступенем позитивних трансгресій і вищепленням кількості селекційно цінних рекомбінантів виявлено найбільш тісну взаємозалежність.

3.3 Успадкування і трансгресивна мінливість за кількістю колосків головного колоса і щільністю колоса

Одним із ключових компонентів продуктивності колоса є кількість колосків у його складі, проте існують різні, подекуди суперечливі, погляди щодо доцільності проведення добору за цією ознакою в гібридних поколіннях на початкових етапах селекційного процесу.

Показник кількості колосків з головного колосу у гібридів F_1 знаходився в межах 19,4-20,3 шт. і лише у гібрида Гадзинка / Житниця одеська перевищував батьківські форми. Варіювання ознаки «кількість колосків головного колоса» в досліджуваних гібридів, за біометричного аналізу, склало від двох шт. (Гадзинка / Гарантія одеська, Зоря ланів / Житниця одеська) до п'яти шт. – Гадзинка / Житниця одеська, а вихідних сортів – 3–5 шт. (табл. 11).

Таблиця 11 – **Формування кількості колосків у головному колосі в гібридів і батьківських форм**

Батьківська форма і гібрид	2025 р.			
	$(\bar{x} \pm S_{\bar{x}})$, шт.	Lim (шт.)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	19,7 ± 0,30	18	21	5,9
Гадзинка / Гарантія одеська	19,4 ± 0,16	19	21	3,8
♂ Гарантія одеська	18,1 ± 0,31	15	19	6,6
Гадзинка / Житниця одеська	20,3 ± 0,22	18	23	5,3
♂ Житниця одеська	20,3 ± 0,33	18	23	6,3
♀ Зоря ланів	20,0 ± 0,28	18	22	5,3
Зоря ланів / Гарантія одеська	19,7 ± 0,27	18	21	5,7
Зоря ланів / Житниця одеська	19,5 ± 0,22	19	21	4,0

Визначені коефіцієнти варіації за кількістю колосків у головному колосі гібридів (V = 3,8–5,7 %) і вихідних сортів гібридизації (V = 5,3–6,6 %) свідчать про незначне варіювання досліджуваної ознаки.

Дослідженнями ступеня фенотипового домінування у гібридів F_1 пшениці м'якої озимої встановлено складну природу генетичної детермінації ознаки «кількість колосків головного колоса» (табл. 12).

Таблиця 12 – **Успадкування кількості колосків головного колоса в F_1 пшениці м'якої озимої** (2025 р.)

Комбінація схрещування	Показник ступеня фенотипового домінування (h_p)		
	від'ємне наддомінування ($-1 > h_p > -\infty$)	проміжне успадкування ($-0,5 \leq h_p \geq +0,5$)	позитивне домінування ($+0,5 < h_p \leq +1$)
Гадзинка / Гарантія одеська	-	-	0,6
Гадзинка / Житниця одеська	-	-	1,0
Зоря ланів / Гарантія одеська	-	-0,2	-
Зоря ланів / Житниця одеська	-2,3	-	-

У гібридів Гадзинка / Гарантія одеська, Гадзинка / Житниця одеська встановлено позитивне домінування, Зоря ланів / Гарантія одеська – проміжне успадкування, а Зоря ланів / Житниця одеська – від'ємне наддомінування за кількістю колосків у колосі головного стебла.

Лише дві гібридні популяції другого покоління, а саме Зоря ланів / Гарантія одеська (17,8 шт.), Зоря ланів / Житниця одеська (15,5 шт.), за середньою кількістю колосків головного колоса перевищували вихідні сорти (табл. 13).

Встановлено перевищення крайнього максимального прояву кількості колосків у колосі нащадками над вихідними формами у гібридних популяцій Гадзинка / Житниця одеська (19 шт.) і Зоря ланів / Гарантія одеська – 19 шт.

У більшості визначені коефіцієнти варіації популяцій другого покоління (V = 6,4–8,2 %) і батьківських форм (V = 5,3–9,4 %) є незначними. Лише у популяції Зоря ланів / Житниця одеська встановлено середню варіабельність – V = 10,6 %, що свідчить про більш ширший формотворчий процес.

Таблиця 13 – **Формування кількості колосків у головному колосі вихідних сортів і гібридних популяцій**

Вихідні сорти і гібридна популяція F_2	2026 р.			
	$(\bar{x} \pm S\bar{x})$, шт.	Lim (шт.)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	15,8 ± 0,33	14	17	6,5
Гадзинка / Гарантія одеська	15,8 ± 0,32	13	17	8,2
♂ Гарантія одеська	15,7 ± 0,26	15	17	5,3
Гадзинка / Житниця одеська	15,8 ± 0,33	13	19	7,6
♂ Житниця одеська	15,0 ± 0,45	13	18	9,4
♀ Зоря ланів	15,3 ± 0,23	14	17	5,8
Зоря ланів / Гарантія одеська	17,8 ± 0,36	15	19	6,4
Зоря ланів / Житниця одеська	15,5 ± 0,52	13	18	10,6

У трьох комбінаціях схрещування з чотирьох спостерігався позитивний ступінь трансгресії (5,6–5,9 %) за кількістю колосків головного колоса, а частота рекомбінантів, що перевищувала максимальний прояв у кращого вихідного сорту становила 7,7-23,8 % (табл. 14).

Таблиця 14 – **Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю колосків головного колоса у популяцій F_2 (2026 р.)**

Комбінація схрещувань	Ступінь h_p в F_1, 2025 р.	Ступінь трансгресії, %	Частота трансгресій, %
Гадзинка / Гарантія одеська	0,6	–	–
Гадзинка / Житниця одеська	1,0	5,6	7,7
Зоря ланів / Гарантія одеська	-0,2	5,6	23,8
Зоря ланів / Житниця одеська	-2,3	5,9	10,0

Між ступенем фенотипового домінування в F_1 і ступенем трансгресії в F_2 та частотою трансгресивних рекомбінантів за кількістю колосків у головному колосі визначили від'ємний дуже сильний, близький до функціонального (r = -0,933), та позитивний слабкий (r = 0,024) кореляційний взаємозв'язок відповідно. Показник ступеня позитивних трансгресій мав від'ємну взаємозалежність із частотою рекомбінантів на помірному рівні (r = -0,381).

Довжина колоса є сортовою ознакою. В одних сортів колос щільний із розміщеними близько один до одного колосками, а в інших – навпаки, нещільний, рихлий – між колосками є більші проміжки. Отже сорти з рихлим колосом будуть мати більшу довжину, але це не свідчить, що сорти з меншою довжиною колоса (щільні) формують меншу продуктивність.

Щільність колоса – складна ознака, обумовлена двома величинами: довжиною колосового стержня і кількістю колосків у ньому без одного.

За щільністю, головний колос батьківських форм і гібридів у 2024 р., за виключенням Зоря ланів / Гарантія одеська – не щільний) характеризувався як середньо щільний. Гібриди, за щільністю головного колоса, поступалися обом або одній батьківській формі з більшим показником (табл. 15).

Таблиця 15 – **Щільність колоса у гібридів і батьківських форм**

Батьківські форми і гібрид	2025 р.			
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Lim		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	24,3 ± 0,39	21,9	27,0	6,5
Гадзинка / Гарантія одеська	23,0 ± 0,43	20,9	31,3	9,2
♂ Гарантія одеська	23,4 ± 0,31	21,7	25,9	5,4
Гадзинка / Житниця одеська	22,7 ± 0,36	18,9	27,1	8,4
♂ Житниця одеська	22,4 ± 0,49	20,0	26,3	8,9
♀ Зоря ланів	22,6 ± 0,30	19,6	25,0	6,1
Зоря ланів / Гарантія одеська	20,8 ± 0,27	18,9	22,8	5,9
Зоря ланів / Житниця одеська	21,0 ± 0,36	18,7	23,7	6,7

Визначений коефіцієнт варіації показника щільності колоса у вихідних сортів гібридизації і гібридів (V = 5,4–9,2 %) свідчить про незначну мінливість.

Детермінація щільності колоса в гібридів відбувалась за від'ємним наддомінуванням у Зоря ланів / Гарантія одеська (h_p = -2,3), Гадзинка / Гарантія одеська (h_p = -1,9), від'ємними домінуванням (h_p = -0,7) і проміжним успадкуванням Зоря ланів / Житниця одеська – h_p = -0,1 (табл. 16).

Таблиця 16 – **Успадкування показника «щільність головного колоса» у F_1, 2025 р.**

Гібрид	Щільність головного колоса, $\bar{x}$			Ступінь фенотипового домінування (h_p)
	♀	F_1	♂	
Гадзинка / Гарантія одеська	24,3	23,0	23,4	-1,9
Гадзинка / Житниця одеська	24,3	22,7	22,4	-0,7
Зоря ланів / Гарантія одеська	22,6	20,8	21,5	-2,3
Зоря ланів / Житниця одеська	22,6	21,0	19,5	-0,1

Середньо популяційні показники щільності головного колоса (18,6–21,1) поступалися вихідним формам –21,2–28,0 (табл. 17).

Таблиця 17 – **Щільність колоса у вихідних сортів і гібридних популяцій**

Вихідні сорти і гібридна популяція F_2	2026 р.			
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Lim		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	24,3 ± 0,41	22,5	27,2	5,4
Гадзинка / Гарантія одеська	20,8 ± 0,36	19,1	24,7	7,4
♂ Гарантія одеська	22,3 ± 0,48	19,7	24,7	7,1
Гадзинка / Житниця одеська	21,1 ± 0,60	18,6	25,3	10,2
♂ Житниця одеська	21,2 ± 0,38	19,1	22,9	6,0
♀ Зоря ланів	28,0 ± 0,53	24,7	31,3	8,1
Зоря ланів / Гарантія одеська	21,0 ± 0,27	19,2	22,8	4,3
Зоря ланів / Житниця одеська	18,6 ± 0,62	15,9	22,9	10,9

Найбільшу мінливості за щільністю головного колоса (7,0) встановили у нащадків популяції F_2 Зоря ланів / Житниця одеська, а найменшу Зоря ланів / Гарантія одеська – 3,6. У популяцій Гадзинка / Житниця одеська (V = 10,2 %) і Зоря ланів / Житниця одеська (V = 10,9 %) визначили середні коефіцієнти варіації, а в інших досліджуваних селекційних форм незначні – V = 4,3–8,1 %.

За щільністю головного колоса позитивних трансгресивних рекомбінантів не виявили, так як крайній максимальний прояв показника у нащадків досліджуваних популяцій не виходив за межі батьківських форм.

3.4 Детермінація і трансгресивна мінливість кількості зерен головного колоса

У селекції на підвищення потенціалу продуктивності значна частина вчених надає перевагу кількості зерен головного колоса як універсальній маркерній ознаці на яку майже не впливає конкуренція рослин і найбільш взаємопов'язана з продуктивністю. Кількість зерен колоса головного стебла – елемент структури врожайності агрофітоценозу, значення генетичного контролю якого сприятиме створенню конкурентоспроможних сортів з високим потенціалом продуктивності.

Середня кількість зерен у головному колосі досліджуваних гібридів склала 47,2-51,0 шт., за відповідного показника у батьківських форм 36,6-48,8 шт. (табл. 18).

Вихідні сорти гібридизації за середньою кількістю зерен у головному колосі перевищили гібриди Зоря ланів / Гарантія одеська (48,5 шт.) і Зоря ланів / Житниця одеська – 51,0 шт. У їх батьківських форм кількість зерен у колосі склала: Зоря ланів (41,8 шт.); Гарантія одеська (36,6 шт.); Житниця одеська – 44,5 шт.

Варіювання ознаки «кількість зерен головного колоса», за показниками індексу варіації у гібридів і батьківських форм є середнім – V = 12,1-18,6 %.

Таблиця 18 – **Формування кількості зерен у гібридів і батьківських форм**

Батьківські форми і гібрид	2025 р.			
	$(\bar{x} \pm S\bar{x})$, шт.	Lim (шт.)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	48,8 ± 2,34	35	65	18,6
Гадзинка / Гарантія одеська	47,7 ± 1,39	37	56	13,3
♂ Гарантія одеська	36,6 ± 1,66	25	50	17,6
Гадзинка / Житниця одеська	47,2 ± 1,36	35	60	14,1
♂ Житниця одеська	44,5 ± 1,79	33	55	15,6
♀ Зоря ланів	41,8 ± 1,81	31	61	16,7
Зоря ланів / Гарантія одеська	48,5 ± 1,46	40	59	12,8
Зоря ланів / Житниця одеська	51,0 ± 1,71	41	59	12,1

Отриманими результатами виявлено, що гібриди Зоря ланів / Гарантія одеська (h_p = 1,9) і Зоря ланів / Житниця одеська (h_p = 1,9) детермінували ознаку «кількість зерен головного колоса» за типом позитивного наддомінування. За схрещування Гадзинка / Гарантія одеська (h_p = 0,8) встановили позитивне домінування, а Гадзинка / Житниця одеська (h_p = 0,3) проміжне успадкування (табл. 19).

Таблиця 19 – К**ількість зерен головного колоса у батьківських форм, гібридів і ступінь фенотипового домінування в F_1 (2025 р.)**

Комбінація	Кількість зерен з головного колоса, $\bar{x}$, шт.			Ступінь фенотипового домінування h_p
	♀	F_1	♂	
Гадзинка / Гарантія одеська	48,8	47,7	36,6	0,8
Гадзинка / Житниця одеська	48,8	47,2	44,5	0,3
Зоря ланів / Гарантія одеська	41,8	48,5	36,6	1,9
Зоря ланів / Житниця одеська	41,8	51,0	44,5	3,1

Гібридні популяції F_2, за кількістю зерен головного колоса, перевищували показники кращої батьківської форми від 4,2 шт. (Гадзинка /

Житниця одеська) до 14,8 шт. – Зоря ланів / Гарантія одеська. У всіх гібридів максимальні значення кількості зерен з головного колоса (52–60 шт.) значно перевищували максимальний прояв батьківських форм (36–44 шт.), що вказує на значний формотворчий процес і можливість проведення успішного добору (табл. 20).

Таблиця 20 – **Формування кількості зерен головного колоса у вихідних сортів і гібридних популяцій**

Вихідні сорти і гібридна популяція F_2	2026 р.			
	$(\bar{x} \pm S\bar{x})$, шт.	Lim (шт.)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	38,4 ± 1,43	32	44	11,8
Гадзинка / Гарантія одеська	43,6 ± 1,39	35	60	13,1
♂ Гарантія одеська	33,7 ± 1,27	28	39	11,9
Гадзинка / Житниця одеська	42,6 ± 2,02	27	53	16,5
♂ Житниця одеська	31,1 ± 2,51	26	39	13,6
♀ Зоря ланів	26,7 ± 0,23	21	36	16,3
Зоря ланів / Гарантія одеська	48,5 ± 2,14	28	58	14,0
Зоря ланів / Житниця одеська	37,9 ± 2,43	29	52	20,3

Коефіцієнт варіації за кількістю зерен головного колоса більшості популяцій другого покоління (V = 13,1–16,5 %) і усіх батьківських форм (V = 11,8–16,3 %) встановлено середнім. Лише у популяції Зоря ланів / Житниця одеська визначили значну мінливість ознаки V = 20,3 %

За аналізу гібридних популяцій F_2 виявлено трансгресивні рекомбінанти, які за кількістю зерен головного колоса виходять за межі крайніх фенотипів батьківських форм і є цінними у практичній селекційній роботі (табл. 21).

Досліджено, що всі популяції F_2, за кількістю зерен з головного колоса, характеризуються позитивним ступенем трансгресії (20,5–44,4 %), з частотою трансгресивних форм на рівні 4,0–50,6 %. Найвищий ступінь трансгресії за вказаною ознакою відмітили у популяцій Зоря ланів / Житниця одеська (Тс = 44,4 %) і Гадзинка / Гарантія одеська (Тс = 36,4 %), які успадковували ознаку

в F_1 за позитивним наддомінуванням і позитивним домінуванням відповідно. Значну кількість трансгресивних рекомбінантів з цих популяцій відмітили лише у Зоря ланів / Житниця одеська (Тч = 50,6 %).

Таблиця 21 – **Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю зерен з головного колосу у гібридів F_2 (2026 р.)**

Комбінація схрещування	Ступінь фенотипового домінування (h_p) в F_1, 2025 р.	Ступінь трансгресії, %	Частота трансгресій, %
Гадзинка / Гарантія одеська	0,8	36,4	4,0
Гадзинка / Житниця одеська	0,3	20,5	30,8
Зоря ланів / Гарантія одеська	1,9	26,1	28,6
Зоря ланів / Житниця одеська	3,1	44,4	50,6

Тісний прямий кореляційний взаємозв'язок встановлено між ступенем фенотипового домінування в F_1 за кількістю зерен головного колоса і ступенем (r = 0,854) та частотою (r = 0,697) трансгресій у F_2 (рис. 6).

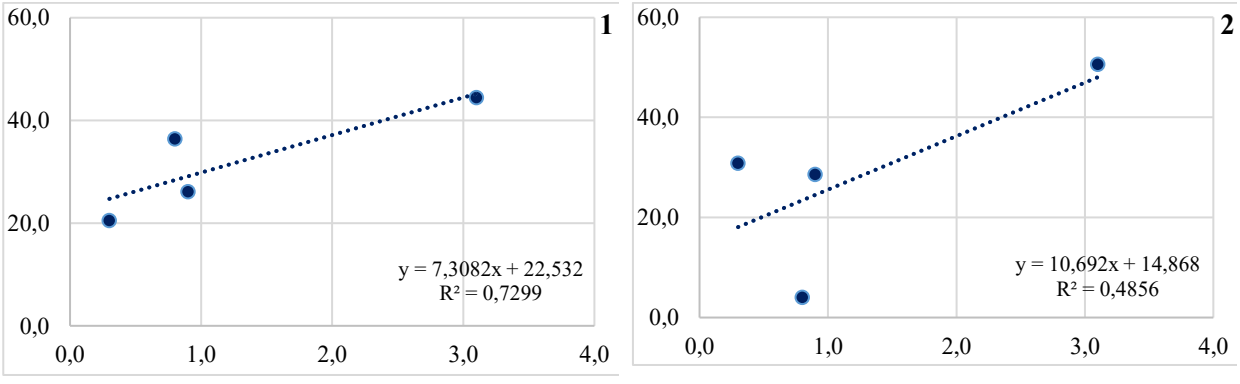

Рисунок 6 – Кореляційний взаємозв'язок між ступенем фенотипового домінування в F_1 за кількістю зерен головного колоса і ступенем (1) **та частотою трансгресій** (2) **у популяцій F_2**

Водночас між ступенем трансгресій і частотою рекомбінантів у популяцій F_2 визначили прямий позитивний слабкий взаємозв'язок – r = 0,228 (рис. 7).

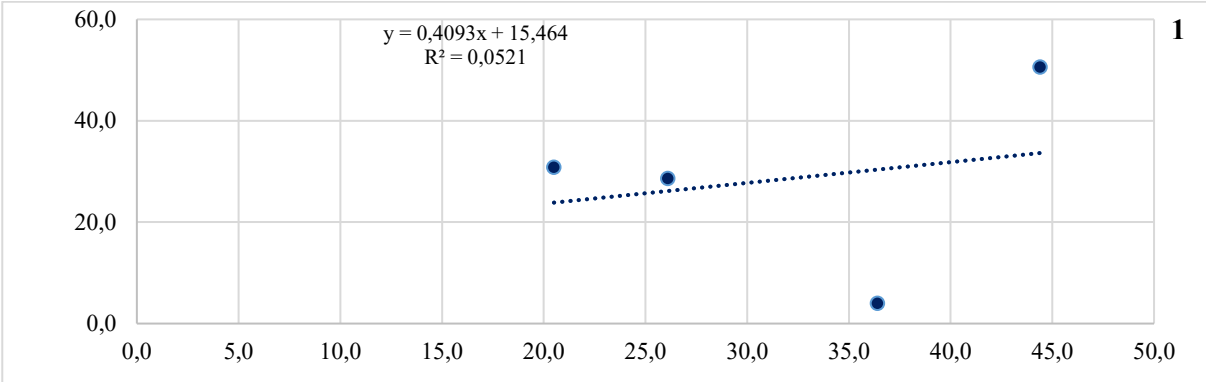

Рисунок 7 – Кореляційний взаємозв'язок за кількістю зерен головного колоса між ступенем і частотою трансгресій у популяцій F_2

Виділені популяції Зоря ланів / Житниця одеська (Тс = 44,4 %; (Тч = 50,6 %), Гадзинка / Житниця одеська (Тс = 20,5 %; Тч = 30,8 %), Зоря ланів / Гарантія одеська (Тс = 26,1 %; Тч = 28,6 %) є цінними у практичній селекційній роботі для добору у наступних поколіннях біотипів з більшою кількістю зерен у головному колосі.

3.5 Успадкування і трансгресивна мінливість маси зерна головного колоса

В гібридів, отриманих за гібридизації степового екотипу з лісостеповим, перевищення за середньо популяційним значенням маси зерна головного колоса над батьківськими формами з більшим проявом ознаки склало 0,28–0,59 г, а крайніх максимальних значень за проведеного біометричного аналізу – 0,31–0,77 г (табл. 22).

За коефіцієнтом варіації мінливість маси зерна склала від середньої у сорту Гарантія одеська (V = 19,5 %) і гібрида Зоря ланів / Житниця одеська (V = 18,4 %) до значної у інших досліджуваних форм – V = 20,8–26,2 %.

Таблиця 22 – **Формування маси зерна головного колоса у гібридів і батьківських форм**

Батьківські форми і гібрид	2025 р.			
	$(\bar{x} \pm S\bar{x})$, г	Lim (г)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	2,04 ± 0,11	1,22	2,57	20,8
Гадзинка / Гарантія одеська	2,45 ± 0,11	1,36	3,27	21,6
♂ Гарантія одеська	1,99 ± 0,10	1,27	2,80	19,5
Гадзинка / Житниця одеська	2,41 ± 0,12	1,15	3,77	23,5
♂ Житниця одеська	2,13 ± 0,13	1,22	3,00	23,9
♀ Зоря ланів	1,48 ± 0,10	0,96	2,21	26,2
Зоря ланів / Гарантія одеська	2,28 ± 0,12	1,37	3,11	22,4
Зоря ланів / Житниця одеська	2,72 ± 0,14	1,76	3,41	18,4

За середньою масою зерна головного колоса (за виключенням) популяції F_2 (1,83–2,23 г) перевищували батьківські форми – 0,98–1,75 г, а за проявом крайніх максимальних вагових показників у рекомбінантів (2,37–2,84 г) перевищення склало від 0,33 г (Гадзинка / Житниця одеська) до 0,52 г – Зоря ланів / Житниця одеська, що є свідченням значного формотворення (табл. 23).

Таблиця 23 – **Формування маси зерна головного колоса у вихідних сортів і гібридних популяцій**

Вихідні сорти і гібридна популяція F_2	2026 р.			
	$(\bar{x} \pm S\bar{x})$, г	Lim (г)		V,%
		min	max	
♀ Гадзинка	1,75 ± 0,06	1,34	2,02	11,4
Гадзинка / Гарантія одеська	2,23 ± 0,08	1,76	2,84	14,2
♂ Гарантія одеська	1,70 ± 0,08	1,37	2,10	15,6
Гадзинка / Житниця одеська	2,08 ± 0,11	1,43	2,68	18,6
♂ Житниця одеська	1,31 ± 0,13	0,81	1,85	31,5
♀ Зоря ланів	0,98 ± 0,08	0,62	1,82	33,8
Зоря ланів / Гарантія одеська	2,17 ± 0,10	1,61	2,71	14,6
Зоря ланів / Житниця одеська	1,83 ± 0,14	1,20	2,37	24,4

Коефіцієнт варіації маси зерна колоса у досліджуваних форм у більшості був середнім (V = 11,4–18,6 %) і значним лише у сортів Житниця одеська (V =

31,5 %), Зоря ланів (V = 33,8 %) і популяції другого покоління Зоря ланів / Житниця одеська – V = 24,4 %.

Аналіз експериментального матеріалу за ознакою «маса зерна головного колоса» свідчить, що успадкування за типом позитивного наддомінування виявлене у трьох гібридів, що характеризує їх як гетерозиготні. Детермінація маси зерна головного колоса у Зоря ланів / Гарантія одеська відбувалась за позитивним домінуванням – h_p = 1,0 (табл. 24).

Таблиця 24 – **Ступінь фенотипового домінування (h_p) в F_1 (2025 р.), ступінь і частота позитивних трансгресій за масою зерна головного колоса у популяцій F_2 (2026 р.)**

Комбінація схрещувань	Ступінь h_p в F_1	Ступінь трансгресії в F_2, %	Частота трансгресій в F_2, %
Гадзинка / Гарантія одеська	21,5	35,2	16,0
Гадзинка / Житниця одеська	8,0	32,7	50,0
Зоря ланів / Гарантія одеська	1,0	18,9	23,8
Зоря ланів / Житниця одеська	3,8	30,2	40,5

Всі популяції F_2 мали позитивний ступінь трансгресії за масою зерна головного колоса від 18,9 % (Зоря ланів / Гарантія одеська) до 35,2 % – Гадзинка / Гарантія одеська, з частотою рекомбінантів – 16,0–50,0 %. Найбільша кількість трансгресивних рекомбінантів встановлено у популяцій Гадзинка / Житниця одеська (Тч = 50,0 %) і Зоря ланів / Житниця одеська – Тч = 40,5 %.

Тісний позитивний кореляційний взаємозв’язок встановили між ступенем фенотипового домінування в F_1 за масою зерна колоса і ступенем трансгресій популяцій F_2 (r = 0,759) (рис. 8).

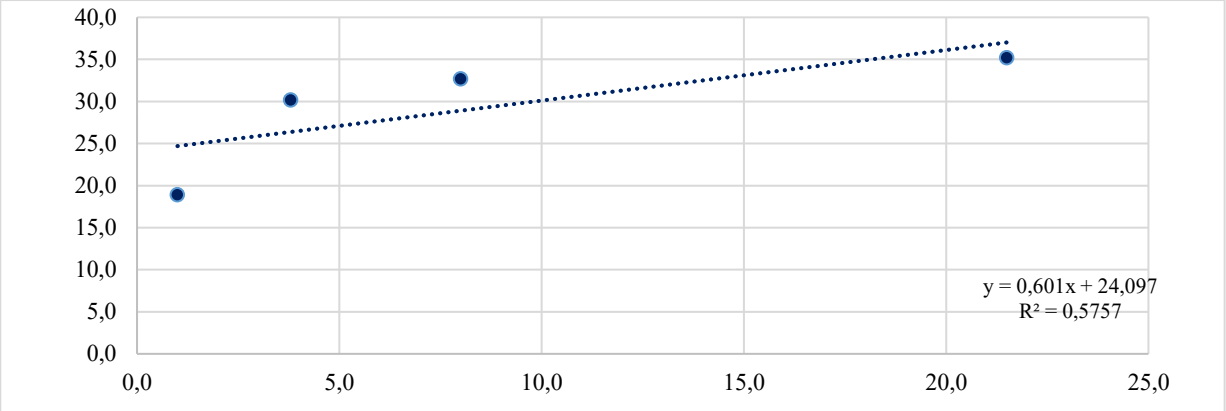

Рисунок 8 – Кореляційний взаємозв'язок між ступенем фенотипового домінування в F_1 за масою зерна головного колоса і ступенем трансгресій у популяцій F_2

Обернена кореляційна взаємозалежність встановлена між ступенем фенотипового домінування в F_1 за масою зерна головного колоса і частотою трансгресивних рекомбінантів у другому гібридному поколінні (r = -0,464). На слабкому рівні відмітили кореляційний взаємозв'язок між ступенем трансгресій і їх частотою (r = 0,179).

ВИСНОВКИ

1. Доведена доцільність використання внутрішньовидової міжсортової гібридизації для розширення формотворення за елементами продуктивності головного колоса. Залучення до гібридизації лісостепового і степового екотипів сприяє отриманню рекомбінантів із проявом крайніх максимальних значень за елементами структури врожайності, що значно перевищують вихідні сорти.

2. Встановлена внутрішньо популяційна мінливість за загальною і продуктивною кущистістю та складовими продуктивності головного колоса в популяцій F_2, отриманих від схрещування степового екотипу з лісостеповим.

3. Встановлені відмінності за показниками ступеня фенотипового домінування, типом успадкування загальної і продуктивної кущистості та елементів продуктивності колоса за використання у гібридизації лісостепового екотипу з степовим.

4. Успадкування загальної кущистості відбувалось за проміжним типом у Гадзинка / Житниця одеська і Зоря ланів / Гарантія одеська, позитивним наддомінуванням (Зоря ланів / Житниця одеська) та позитивним домінуванням – Гадзинка / Гарантія одеська. Ступінь позитивних трансгресій за загальною кущистістю у популяцій F_2 становив 16,7–60,0 % з частотою 4,8–20,0 %.

5. Детермінація продуктивної кущистості у всіх гібридів відбувалась за типом позитивного наддомінування. Виділені популяції F_2 з найвищим ступенем (Тс) позитивних трансгресій і їх частотою (Тч) за продуктивною кущистістю, а саме Гадзинка / Гарантія одеська – Тс = 66,7 %; Тч = 8,0 % і Гадзинка / Житниця одеська Тс = 33,3 % ; Тч = 7,7 %.

6. Успадкування довжини головного колоса у гібридів відбувалось за позитивним наддомінуванням Гадзинка / Гарантія одеська і Зоря ланів / Гарантія одеська, позитивним домінуванням – Гадзинка / Житниця одеська та проміжним успадкуванням – Гадзинка / Житниця одеська.

7. Популяції F_2 за середньою довжиною головного колоса (7,0–8,0 см) перевищували батьківські форми (5,1–6,6 см) формуючи крайній максимальний прояв – 8,0–9,4 см, що вказує на значний формотворчий процес. Виділились популяції Зоря ланів / Гарантія одеська і Зоря ланів / Житниця одеська в яких середня довжина головного колоса в умовах 2026 р. склала 8,0 і 7,8 см, а крайні максимальні значення сягали 8,5 і 9,4 см

8. Успадкування кількості колосків у головному колосі гібридів Гадзинка / Гарантія одеська, Гадзинка / Житниця одеська відбувалось за позитивним домінуванням, Зоря ланів / Гарантія одеська – проміжним успадкуванням, а Зоря ланів / Житниця одеська – від'ємним наддомінуванням. У трьох комбінаціях схрещування з чотирьох спостерігався позитивний ступінь трансгресії (Тс = 5,6–5,9 %) за кількістю колосків колоса з частотою рекомбінантів – Тч =7,7–23,8 %.

9. Виявлено, що гібриди Зоря ланів / Гарантія одеська і Зоря ланів / Житниця одеська детермінували кількість зерен головного колоса за типом позитивного наддомінування, Гадзинка / Гарантія одеська – позитивним домінуванням, а Гадзинка / Житниця одеська – проміжним успадкуванням. У всіх популяцій F_2, за кількістю зерен з колоса встановили позитивний ступінь трансгресії (20,5–44,4 %), з частотою рекомбінантів – 4,0–50,6 %. Найвищий ступінь трансгресії відмітили у Зоря ланів / Житниця одеська (Тс = 44,4 %) і Гадзинка / Гарантія одеська (Тс = 36,4 %), які успадковували кількість зерен в F_1 за позитивним наддомінуванням і позитивним домінуванням відповідно.

10. Детермінація маси зерна головного колоса відбувалась у трьох гібридів за типом позитивного наддомінування, а Зоря ланів / Гарантія одеська позитивним домінуванням. Досліджувані популяції F_2 характеризувались позитивним ступенем трансгресії за масою зерна колоса. За частотою рекомбінантів виділились популяції Гадзинка / Житниця одеська (Тч = 50,0 %) і Зоря ланів / Житниця одеська – Тч = 40,5 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ

Сорти Гадзинка, Гарантія одеська, Житниця одеська і Зоря ланів є цінним вихідним матеріалом для внутрішньовидової гібридизації. Практичну цінність для добору більш озернених і продуктивних за масою зерна колоса рекомбінантів становлять популяції F_2 Гадзинка / Житниця одеська, Зоря ланів / Житниця одеська і Гадзинка / Гарантія одеська, у яких виявлено значне формотворення за досліджуваними ознаками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Godfray H. C. J., Beddington J. R., Crute I. R., Haddad L., Lawrence D., Muir J. F., Pretty J., Robinson S., Thomas S. M., Toulmin C. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 2010. № 327. P. 812–818.

2. Li F., Wen W., Liu J., Zhang Y., Cao S., He Z., Rasheed A., Jin H., Zhang C., Yan J., Zhang P., Wan Y., Xia X. Genetic architecture of grain yield in bread wheat based on genome-wide association studies. *BMC Plant Biology*. 2019. № 19. Article 168.

3. Hatfield J. L., Beres B. L. Yield gaps in wheat: path to enhancing productivity. *Frontiers in Plant Science*. 2019. № 10. Article 1603.

4. Kristensen P. S., Jahoor A., Andersen J. R., Cericola F., Orabi J., Janss L. L., Jensen J. Genome-wide association studies and comparison of models and cross-validation strategies for genomic prediction of quality traits in advanced winter wheat breeding lines. *Frontiers in Plant Science*. 2018. № 9. Article 69.

5. Лозінський М. В., Бурденюк-Тарасевич Л.А. Вплив гідротермічних умов на формування продуктивної кущистості *T. aestivum* L. озимої за гібридизації різних екотипів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *«Сучасні проблеми ведення сільського господарства та підготовки фахівців аграрного профілю»*, м. Біла Церква, 15 лютого 2018 року. С. 17–18.

6. Li Q., Pan Z., Gao Y., Li T., Liang J., Zhang Z., Zhang H., Deng G., Long H., Yu M. Quantitative trait locus (QTLs) mapping for quality traits of wheat based on high density genetic map combined with bulked segregant analysis RNA-seq (BSR-Seq) indicates that the basic 7S globulin gene is related to falling number. *Frontiers in Plant Science.* 2020. № 11. Article 600788.

7. Lozinskyi M., Burdenyuk-Tarasevych L., Grabovskyi M., Grabovska T., Roubik H. Winter wheat (*T. aestivum* L.) yield depending on the duration of autumn vegetation and the terms of spring vegetation recovery: 50-years study in Ukraine. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2023. Vol. LXVI. № 1. P. 406–415.

8. Гамаюнова В. В., Корхова М. М., Панфілова А. В., Смірнова І. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування: монографія. Миколаїв, 2021. 300 с.

9. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://ukrstat.gov.ua

10. Лотиш О. Роль України на світовому ринку зерна: виклики і загрози. *Економіка та суспільство*. 2022. № 45.

11. Черенков А. В., Гасанова І. І., Солодушко М. М. Пшениця озима – розвиток та селекція культури в історичному аспекті. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.* 2014. № 6. С. 3–6.

12. Демидов О. А., Замліла Н. П., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В., Рисін А. Л. Особливості визначення адаптивності селекційних ліній пшениці м'якої озимої в умовах центрального Лісостепу України: монографія. Київ: Компринт, 2023. 219 с.

13. Röder M., Thornley P., Campbell G., Bows-Larkin, A. Emissions associated with meeting the future global wheat demand: A case study of UK production under climate change constraints. *Environmental Science & Policy*. 2014. № 39. P. 13–24.

14. Овсюк О. Ф., Ващенко В. В., Шевченко О. О. Випробування нових сортів пшениці м'якої озимої в екологічних умовах дослідного господарства «Дніпро» ДУ ІЗК НААН УКРАЇНИ». *Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Дніпро, 25 лютого, 2021 р.). Дніпро, 2021. С. 227–229.

15. Воленщук Н. А. Сорт рослин як інноваційний продукт науково-дослідної установи. *Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Дніпро, 25 лютого, 2021 р.). Дніпро, 2021. С. 490–492.

16. Лозінський М. В. Теоретичні і практичні основи селекції пшениці м'якої озимої на підвищення адаптивного потенціалу для умов Лісостепу України: Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 «Селекція і насінництво» (201 – Агрономія). Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України. – Одеса, 2024. 495 с.

17. Антощенкова В. В., Семперович І. В. Основи глобального продовольчого забезпечення. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 59.

18. CIMMYT: Дослідження пшениці. 2023. URL: https://www.cimmyt.org/work/wheat-research/

19. Gerten D., Heck V., Jägermeyr J., Bodirsky B. L., Fetzer I., Jalava M., & Schellnhuber H. Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries. *Nature Sustainability*. 2020. № 3(3). P. 200–208.

20. Shiferaw B., Smale M., Braun H. J., Duveiller E., Reynolds M., Muricho G. Crops that feed the world. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Security*. 2013. № 5. P. 291–317.

21. Food and Agricultural Organization of the United Nations 2022 FAOSTAT Statistics Database (FAO) (available at: www.fao.org/faostat/en/#data/QCL) (Accessed 27 September 2022)

22. Ray D. K., Ramankutty N., Mueller N. D., West P. C., & Foley J. A. Recent patterns of crop yield growth and stagnation. *Nature communications*. 2012. № 3(1). P. 1293.

23. Лозінський М. В., Бурденюк-Тарасевич Л. А., Грабовський М. Б., Устинова Г. Л. Вплив тривалості осінньої вегетації на врожайність зерна пшениці м'якої озимої в Лісостепу України. Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції *«Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі»*, м. Умань, 15 жовтня 2021 року. С. 120–122.

24. Лозінський М. В., Бурденюк-Тарасевич Л. А., Устинова Г. Л. Вплив кліматичних змін на тривалість зимового спокою і урожайність пшениці

м’якої озимої в Лісостепу України. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *«Зелене повоєнне відновлення продовольчих систем в Україні»*, м. Одеса, 26 січня 2023 року. С. 49–53.

25. Бойко В. О., Бойко Л. О. Продовольча безпека та ризики для аграрного виробництва під час війни в Україні. *Економіка та суспільство*. 2022. № 41.

26. Литвиненко М. А., Голуб Є. А., Хоменко Т. М. Особливості створення та ідентифікація екстра сильних за хлібопекарськими властивостями сортів пшениці м’якої озимої (*Triticum aestivum* L). *Plant Varieties Studyng and Protection*. 2018. Т. 14. № 1. С. 66–73.

27. Улинець В. З., Мелешко А. О. Адаптивні і продуктивні моделі сортів озимої пшениці степових регіонів України. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 2. С. 190–193.

28. 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.

29. Din K., Khan N. U., Gul S., Khan S. U., Khalil I. H., Khan S. A., Khalil I. A. Line by tester combining ability analysis for earliness and yield traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Japs: Journal of animal & plant sciences*. 2021. № 31(2). P. 529–541.

30. Базалій В. В., Бабенко С. М., Лавриненко Ю. О., Плоткін С. Я., Бойчук І. В. Селекційна цінність нових сортів озимої пшениці сербської селекції за параметрами адаптивності врожайності зерна при різних умовах вирощування *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2010. Т. 8. С. 94–98.

31. Васильківський С. П., Вільчинська Л. А., Лозінський М. В., Сидорова І. М., Хоменко Т. М., Шох С. С. Спеціальна генетика сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Біла Церква, 2011. 230 с.

32. Литовченко А. О., Глушко Т. В., Сидякіна О. В. Якість зерна сортів пшениці озимої залежно від факторів та умов року вирощування на півдні Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3(95). С. 101–111.

33. Собко Т. О., Сірант Л. В., Лісова Г. М. Генетична різноманітність сортів пшениці м'якої ярої за локусами запасних білків. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2018. Т. 23. С. 334–339.

34. Самойлик М. О., Устинова Г. Л., Лозінський М. В., Корхова М. М., Уліч О. Л. Оцінка врожайних та адаптивних властивостей нових сортів пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 2(101). С. 34–42.

35. Egamov I. U., Siddikov R. I., Rakhimov T. A., Yusupov N. K. Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated conditions. *International journal of modern agriculture*. 2021. Vol. 10(2). P. 2491–2506.

36. Моргун В. В., Гаврилюк М. М., Оксьом В. П., Моргун Б. В., Починок В. М. Впровадження у виробництва нових, стійких до стресових факторів, високопродуктивних сортів озимої пшениці, створених на основі використання хромосомної інженерії та маркер-допоміжної селекції. *Наука та інновації*. 2014. № 105. С. 11–16.

37. Жупина А. Ю., Базалій Г. Г., Усик Л. О., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О. Успадкування довжини колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 74–82.

38. Soko T., Bender C. M., Prins R., Pretorius Z. A. Yield loss associated with different levels of stem rust resistance in bread wheat. *Plant Disease*. 2018. Vol. 102(12). P. 2531–2538.

39. Жук О. І. Сортова специфіка макроморфогенезу озимої пшениці. *Професор С. Л. Франкфурт (1866-1954) видатний вчений-агробіолол, один з дієвих організаторів академічної науки в Україні (до 150-річчя від дня*

народження): матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 18 листоп. 2016 р.). Ч. 1. С. 55–57.

40. Кириленко В. В., Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Вологдіна Г. Б., Лось Р. М., Дубовик Д. Ю. Селекція пшениці м'якої озимої за використання пшенично-житніх транслокацій в умовах Центрального Лісостепу: монографія. К. : Компрінт, 2021. 221 с.

41. Самойлик М. О., Лозінський М. В., Устинова Г. Л. Формування кількості колосків у головному колосі пшениці м'якої озимої залежно від екотипу. *Вклад наукових інвестицій у розвиток агропромислового комплексу в умовах обмеженого ресурсного забезпечення та флуктуацій клімату*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів (м. Дніпро, 16–17 березня 2023 р.). Дніпро, 2023. С. 63–65.

42. Govindaraj M., Vetriventhan M., Srinivasan M. Importance of genetic diversity assessment in crop plants and its recent advances: an overview of its analytical perspectives. *Genetics research international.* 2015. Art: ID 431487. 14 p.

43. Рябчун В. К., Сучкова В. М., Моргун О. В. Система генетичних ресурсів рослин України: завдання, проблеми та перспективи. *Генетичне та сортове різноманіття рослин для покращення якості життя людей*: матеріали Міжнародної наукової конференції, присвяченої 25-річчю Національного генбанку рослин України (м. Київ, 4–7 липня 2016 р.). Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. С. 194–196.

44. Díez M. J., De la Rosa L., Martín I., Guasch L., Cartea M. E., Mallor C., Casals J., Simó J., Rivera A., Anastasio G., Prohens J., Soler S., Blanca J., Valcárcel J. V., Casañas F. Plant Genebanks: Present Situation and Proposals for Their Improvement. the Case of the Spanish Network. *Frontiers in plant science*. 2018. № 9. P. 1794.

45. Рябчун В. К., Кузьмишина Н. В., Богуславський Р. Л. Шляхи збагачення національного генбанку рослин України. *Генетичні ресурси рослин*. 2014. Вип. 14. С. 5–21.

45. Васильківський С. П. Особливості використання хімічного мутагенезу при створенні вихідного матеріалу для селекції пшениці: дис. доктора с.-г. наук: спец. 06.01.05 – «Селекція і насінництво». Одеса, 1999. 325 с.

46. Мазур О. В., Мазур О. В., Лозінський М. В. Селекція та насінництво польових культур: навчальний посібник. Вінниця : ТВОРИ, 2020. 348 с.

47. Демидов О. А., Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Лісова Г. М., Дубовик Н. С., Лось Р.М. Метод гібридизації у селекції *Triticum aestivum* L. в умовах центрального Лісостепу України: монографія. К. : Компринт, 2022. 265 с.

48. Rajaram S. Wheat germplasm improvement: historical perspectives, philosophy, objectives, and missions. *CIMMYT Wheat Special Report*. 1995. P. 1–10.

49. Національний центр генетичних ресурсів рослин України URL: https://yuriev.com.ua/ua/pro-institut/nacionalnij-centr-genetinchih-resursiv-roslin-ukraini [Електронний ресурс].

50. Каталог сортів та гібридів селекційно-генетичного інституту – національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. Одеса, 2024. 135 с.

51. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Гуменюк О. В., Хоменко С. О., Кириленко В. В., Волощук С. І., Сіроштан А. А., Буняк Н. М., Сардак М. О., Буняк О. І. Каталог сортів зернових культур. Миронівка, 2019. 84 с.

52. Моргун В. В., Швартау В. В. Озима пшениця. *Сучасні технології АПК вирощування основних с.-г. культур.* 2010. С. 8–49.

53. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Бузинний М. В. Білоцерківські сорти пшениці м’якої озимої. Біологічні, апробаційні ознаки та особливості сортової агротехніки. Біла Церква, 2021. 48 с.

54. Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН України». Сорти. Зернові культури. Пшениця м’яка (яра, озима). URL: https://zemlerobstvo.com/sorti/zernovi-kulturi/pshenitsya/ [Електронний ресурс].

55. Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України. URL: https://icsanaas.com.ua/ [Електронний ресурс].

56. Собко М. Г. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від строків сівби в умовах північної частини лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 1. С. 6–9.

57. Williams R. M., O'Brien L., Eagles H. A., Solah V. A., Jayasena V. The influence of genotype, environment, and genotype x environment interaction on wheat quality. *Australian Journal of Agricultural Research*. 2008. Vol. 59. P. 95–111.

58. Хоменко Л. О. Фізіологічні аспекти селекції пшениці озимої на адаптивність. *Вісник аграрної науки*. 2020. №10 (811). С. 33–38.

59. Garcia L. F., del Moral Y., Rharrabti D., Royo C. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under mediterranean conditions. *Agronomy Journal*. 2003. № 95. P. 266–274.

60. Lozinskiy M., Hudzenko V., Grabovskyi M., Lozinska T., Fedoruk Y., Sabadyn V., Hlevaskyi V., Dubovyk N. Evaluation of Thousand Kernel Weight Performance, Its Variability and Stability in Promising Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). Breeding Lines. *Indian Journal of Natural Sciences.* 2021. Vol. 12. Is. 67. P. 33620–33632.

61. Jocković B., Mladenov N., Hristov N., Aćin V., Đalović I. Interrelationship of grain filling rate and other traits that affect the yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Romanian agricultural research*. 2014. № 31. P. 81–87.

62. Рожков А. О. Пшениця озима: онтогенез, сучасні підходи технології вирощування: монографія. Харків: ДБТУ, 2024. 131 с.

63. Bhutta W. M., Akhtar J., Anwar-ul-haq M., Ibrahim M. Cause and effect relations of yield components in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) under normal conditions. *Caderno de Pesquisa Serie Biologia*. 2005. № 17(1). P. 7–12.

64. Fowler D. B. Date of seeding, fall growth and winter survival of winter wheat and rye. *Agronomy Journal*. 1982. № 74. P. 1060–1063.

65. Лозінська Т. П. Індексні показники та їх мінливість у сортів пшениці ярої. *Znanstvena misel journal*. 2022. № 62. С. 3–4.

66. Лозінський М. В. Добір за довжиною стебла та елементами продуктивності головного колосу в реципрокних популяціях пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2012. Вип. 7(90). С. 52–56.

67. Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*. 2010. № 327. P. 818–822.

68. Long S. P., Marshall-Colon A., Zhu X.-G. Meeting the Global Food Demand of the Future by Engineering Crop Photosynthesis and Yield Potential. *Cell*. 2015. № 161(1). P. 56–66.

69. Nazarenko M., Solohub I., Izhboldin O. Winter wheat variability according to local conditions. *Acta agriculturae Slovenica*. 2019. № 114(1). P. 113–129.

70. Лозінський М. В. Адаптивність селекційних номерів пшениці озимої, отриманих від схрещування різних екотипів, за кількістю колосків в головному колосі. *Агробіологія.* 2018. № 1(138). С. 233–243.

71. Литвиненко М. А., Голуб Є. А., Фанін Я. С. Вплив пшенично-житніх транслокацій на урожайність та елементи продуктивності рослин пшениці м'якої озимої на півдні України. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 1. С. 36–47.

72. Utz H. F., Bohn M., Melchinger A. E. Predicting progeny means and variances of winter wheat crosses from phenotypic values of their parents. *Crop Science*. 2001. № 41(5). P. 1470–1478.

73. Cooper M., Byte D. E. Understanding plant adaptations to achieve systematic crop improvement is a fundamental problem. *Plant Adaptation and Yield Improvement*. 1996. P. 5–23.

74. Yao J., Zhao D., Chen X., Zhang Y., Wang J. Use of genomic selection and breeding simulation in cross prediction for improvement of yield and quality in wheat (*Triticum aestivum* L.). *The Crop Journal*. 2018. № 6(4). P. 353–365.

75. Lado B., Battenfield S., Guzman C., Quincke M., Singh R., Dreisigacker S., Pena R., Fritz A., Silva P., Poland J., Gutierrez L. Strategies for selecting crosses using genomic prediction in two wheat breeding programs. *Plant Genome.* 2017. № 10. P. 1– 12.

76. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур: підручник. Біла Церква, 2016. 376 с.

77. Орлюк А. П. Теоретичні основи селекції рослин. Херсон: Айлант, 2008. 572 с.

78. Солодушко М. М. Урожайність та адаптивний потенціал сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 3. С. 61–66.

79. Eberhard S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science.* 1966. № 6. P. 336–400.

80. Вавилов М. І. Наукові основи селекції пшениці. Вибрані твори. Київ : Урожай, 1970. С. 279–432.

81. Лозінський М .В., Куманська Ю. О., Сидорова І. М. Цитологічні основи спадковості: методичні вказівки для виконання практичних робіт та самостійної роботи з дисципліни «Генетика» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 201 «Агрономія», 205 «Лісове господарство». Біла Церква, 2023. 73 с.

82. Литвиненко М. А., Пташенчук О. М. Ефективне рішення проблем поєднання скоростиглості, високої продуктивності та морозостійкості у сортів озимої м'якої пшениці Знахідка одеська. *Збірник наукових праць СГІ НЦЦС*. 2004. Вип. 6 (46). Ч. 2. С. 9–11.

83. Лях Г. О., Сорока А. І. Мікрогаметофітний добір як метод адаптивної селекції рослин. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*: у 4 т. К.: Логос, 2001. Т. 2. С. 124–130.

84. Стариченко В. М., Голик Л. М., Ткачова Н. А., Литус М. В. Оцінка адаптивної здатності та стабільності сортів і ліній в селекції пшениці озимої. *Селекція і насінництво*. 2014. Випуск 105. С. 77–84.

85. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. № 6. С. 1–6.

86. Василюк П. М. Оцінка стабільності та пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 1. С. 15–18.

87. Попов С. І., Леонов О. Ю., Попова К. М., Авраменко С. В. Екологічна пластичність сортів пшениці озимої залежно від прикореневого азотного підживлення в умовах Східного Лісостепу України. *Plant Varieties Studyng and Protection*. 2019. Т. 15. № 3. С. 296–302.

88. Mithal S. K., Koppar M. N. Evaluation and conservation of wheat genetic resources. *John wiley and Sons*. 1990. P. 201–209.

89. Slafer G. A., Kantolic A. G., Appendino M. L., Tranquilli G., Miralles D., Savin R. Genetic and environmental effects on crop development determining adaptation and yield. *Crop Physiology*. *Academic Press*. 2015. P. 285–319.

90. Демидов О. А., Васильківський С. П., Гудзенко В. М. Еколого-генетичні аспекти селекції ячменю озимого щодо підвищення його продуктивного та адаптивного потенціалу у Лісостепі України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 194–200.

91. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Методи селекції сортів озимої м'якої пшениці з підвищеною адаптивністю до умов Лісостепу і Полісся України: автореф. дис… д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво» / Ін-т цукрових буряків УААН. Київ, 2001. 44 с.

92. Diordiieva I., Riabovol I., Riabovol L., Serzhuk O., Novak Z., Cherno O., Karychkovska S. Triticale breeding improvement by the intraspecific and remote hybridization. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10(4). P. 67–71.

93. Sootaher J. K., Abro T. F., Soomro Z. A., Soothar M. K., Baloch T. A., Menghwar K. K., Soomro T. A. Assessment of genetic variability and heritability for grain yield and its associated traits in F_2 populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pure and Applied Biology*. 2020. № 9(1). P. 36–45.

94. Хоменко С. О. Селекційно-генетичне поліпшення пшениці ярої м'якої та твердої в умовах Лісостепу України : автореф. дис. д-ра с.-г. наук : 06.01.05. Дніпро, 2018. 44 с.

95. Литвиненко М. А. Кореляція моделі сорту озимої м'якої пшениці універсального типу для умов півдня України в зв'язку зі змінами клімату. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 2008. Вип. 52. С. 18–27.

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

97. Juraev D. T., Amanov O. A., Dilmurodov S. D., Meyliev A. K., Boysunov N. B., Kayumov N. S., Ergashev Z. B. Heritability of Valuable Economic Traits in the Hybrid Generations of Bread Wheat. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2021. P. 2008–2019.

98. 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.

99. Інформаційно-довідкова система «Сорт». Електронний ресурс https://sort.sops.gov.ua/

100. Лозінський М .В., Куманська Ю. О., Сидорова І. М., Самойлик М. О. Задачі та вправи з генетики: методичні вказівки для виконання практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Генетика» здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 201 «Агрономія». Біла Церква, 2024. 96 с.

101. Лозінський М. В., Куманська Ю. О., Юрченко А. І., Сидорова І. М., Самойлик М. О. Словник термінів з цитології, генетики, селекції і насінництва для практичних занять та самостійної роботи здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського), третього (освітньо-наукового) рівнів вищої освіти спеціальності Н1 «Агрономія», викладачів і наукових співробітників: навч. посіб. / та ін. Біла Церква: БНАУ, 2026. 303 с.

ДОДАТКИ

Додаток А1

Середньодобова температура повітря (°С) по декадах

Місяць, декада		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2026 р.	Середня багаторічна
Січень	I	-1,1	-2,5	2,4	-4,7	-5,3
	II	0,6	-3,6	0,1	-14,2	-6,7
	III	-1,5	-0,5	3,5	-6,1	-5,7
Лютий	I	-3,9	2,5	-2,3	-11,1	-4,6
	II	1,1	2,3	-5,6	-3,8	-4,7
	III	1,0	5,3	-3,6	-2,4	-4,0
Березень	I	2,1	2,4	6,3	2,4	-2,0
	II	3,6	2,2	6,2	5,1	-0,3
	III	7,8	8,3	7,8	7,3	3,1
Квітень	I	7,2	14,1	4,8	7,9	7,0
	II	8,9	11,6	11,4	7,6	7,8
	III	10,0	11,5	14,4	6,0	10,4
Травень	I	10,6	14,8	11,6	15,0	13,5
	II	16,0	12,9	10,6	14,9	15,3
	III	17,4	19,4	16,7	15,4	15,8
Червень	I	18,0	21,3	21,4	17,6	17,3
	II	19,0	20,0	17,4	17,5	17,4
	III	20,1	21,2	17,7	23,2	18,7
Липень	I	21,0	22,5	22,7	19,8	18,5
	II	20,9	26,5	20,6	20,5	19,4
	III	19,9	21,4	21,9	19,1	19,1
Серпень	I	21,7	20,7	20,2		19,7
	II	22,4	21,2	18,2		18,6
	III	23,6	23,5	18,5		17,0
Вересень	I	17,5	20,8	19,1		16,0
	II	17,7	19,5	16,9		13,7
	III	18,8	18,2	12,3		11,8
Жовтень	I	11,2	14,5	9,2		10,1
	II	9,8	8,5	7,7		8,1
	III	12,9	9,0	8,1		5,4
Листопад	I	9,8	5,1	8,1		3,4
	II	3,9	3,0	5,4		1,9
	III	-1,3	-0,8	5,3		0,7
Грудень	I	-2,7	-0,3	3,3		1,2
	II	1,1	0,3	2,1		3,0
	III	3,0	0,1	-2,1		-2,9

Додаток А2

Сума атмосферних опадів (мм) по декадах

Місяць, декада		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2026 р.	Середня багаторічна
Січень	I	7,0	18,4	1,9	37,4	14
	II	1,9	9,0	3,9	1,9	9
	III	3,4	12,1	5,5	13,0	12
Лютий	I	7,7	29,5	1,1	12,5	9
	II	7,9	6,8	1,9	19,7	15
	III	10,9	2,8	0,0	6,0	9
Березень	I	2,3	0,0	0,0	0,0	9
	II	10,3	43,8	19,8	0,0	9
	III	13,2	6,2	6,5	1,6	12
Квітень	I	61,5	5,3	25,2	21,3	14
	II	27,4	39,8	0,0	5,1	17
	III	7,1	32,9	1,7	4,6	16
Травень	I	0,0	0,8	19,7	9,6	16
	II	0,0	0,0	25,7	9,7	12
	III	7,9	14,8	41,2	28,5	18
Червень	I	16,6	21,8	8,8	38,5	23
	II	0,0	58,8	15,6	24,1	27
	III	43,0	0,8	5,4	0,0	23
Липень	I	27,3	0,0	1,3	5,5	35
	II	22,3	40,9	19,6	6,3	24
	III	36,2	1,2	75,7	4,2	26
Серпень	I	3,3	7,8	13,2		16
	II	0,3	1,8	4,7		25
	III	18,4	0,0	3,6		19
Вересень	I	4,7	3,9	0,0		13
	II	17,9	9,3	23,4		11
	III	0,0	0,0	10,0		11
Жовтень	I	2,8	46,3	47,3		11
	II	24,8	9,4	19,1		10
	III	24,5	0,3	14,0		12
Листопад	I	28,5	0,0	7,0		13
	II	20,9	5,0	9,7		15
	III	17,6	31,1	32,8		13
Грудень	I	13,2	20,0	8,7		14
	II	21,8	18,5	7,1		16
	III	10,5	2,5	11,2		14