

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

Допускається до захисту
завідувач кафедри генетики, селекції і
насінництва с.-г. культур
професор _____ Лозінський М.В.
« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
ОСОБЛИВОСТІ УСПАДКУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ
В F₁ І ФОРМОТВОРЧИЙ ПРОЦЕС У ПОПУЛЯЦІЙ F₂ ПШЕНИЦІ
М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРИНСЬКОЮ
ФОРМОЮ ЛІСОСТЕПОВОГО ЕКОТИПУ В УМОВАХ ДОСЛІДНОГО
ПОЛЯ НВЦ БНАУ

Рівень вищої освіти: другий (освітній рівень)

Кваліфікація: «Магістр з агрономії»

Виконав: Борисенко Володимир Сергійович _____

Керівник: Самойлик М.О. _____

Я, Борисенко Володимир Сергійович, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агробіотехнологічний факультет
 Спеціальність 201 «Агрономія»

Затверджую
 Гарант ОП «Агрономія»
 професор _____ Грабовський М.Б.
 « » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу
Борисенку Володимиріу Сергійовичу

Тема роботи: «Особливості успадкування елементів продуктивності в F_1 і формотворчий процес у популяцій F_2 пшениці м'якої озимої за використання материнською формою лісостепового екотипу в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ»

Затверджено наказом ректора № 607/С від 24.12.2024 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи до 12.12.2025 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані: особливості успадкування елементів продуктивності в F_1 і формотворчий процес у популяцій F_2 пшениці м'якої озимої за використання материнською формою лісостепового екотипу.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	до 06.10.2025	виконано
Методична частина	до 17.10.2025	виконано
Дослідницька частина	до 25.11.2025	виконано
Оформлення роботи	до 10.12.2025	виконано
Перевірка на плагіат	до 04.12.2025	виконано
Подання на рецензування	до 07.12.2025	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	04.12.2025	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Самойлик М.О.

Здобувач _____ Борисенко В.С.

Дата отримання завдання «10» вересня 2024 р.

РЕФЕРАТ

Борисенко В. С. Особливості успадкування елементів продуктивності в F_1 і формотворчий процес у популяції F_2 пшениці м'якої озимої за використання материнською формою лісостепового екотипу в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ.

В умовах дослідного поля Білоцерківського національного аграрного університету впродовж 2022–2025 років досліджували гібриди F_1 та популяції F_2 одержані схрещуванням сортів пшениці м'якої озимої різних екотипів, а саме: Краєвид, Квітка полів – лісостепового, Щедрість одеська, Наснага – степового, Мулан, Акратос – західноєвропейського екотипу.

Метою роботи було дослідити характер успадкування висоти рослин і елементів продуктивності головного колоса в F_1 та формотворення в популяції F_2 за використання материнською формою сортів пшениці м'якої озимої лісостепового екотипу.

Посів насіннєвого матеріалу проводився вручну за схемою схрещування: материнська форма – гібрид – чоловіча форма. Комплекс агротехнічних заходів було реалізовано згідно із загальноприйнятими рекомендаціями для агрокліматичної зони Лісостепу України. Як попередник використовувалася гірчиця, культивована насіннєвим способом.

В результаті схрещування сортів пшениці м'якої озимої, які належать до лісостепового, степового та західноєвропейського екотипів, отримано вихідний селекційний матеріал. Він характеризується стійким і вираженим проявом як окремих, так і комплексом господарсько цінних ознак, що забезпечує його високу перспективність для подальших етапів селекції.

Кваліфікаційна робота магістра містить 59 сторінок, 11 таблиць, 12 рисунків, список використаних джерел із 80 найменувань

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорт, гібрид, популяція, ступінь фенотипового домінування, ступінь та частота трансгресій.

ANNOTATION

Borisenko V. S. Features of inheritance of productivity elements in F_1 and the formative process in F_2 populations of soft winter wheat using the maternal form of the forest-steppe ecotype in the conditions of the experimental field of the Scientific and Educational Center of the National Agrarian University.

In the experimental field of the Bila Tserkva National Agrarian University, F_1 hybrids and F_2 populations obtained by crossing soft winter wheat varieties of different ecotypes were studied during 2022–2025, namely: Kraevyd, Kvitka Poliv (forest-steppe), Shchedrist Odesca, Nasnaga (steppe), Mulan, and Akratos (Western European ecotype).

The aim of the study was to investigate the nature of inheritance of the productivity elements of the main ear in F_1 and morphogenesis in F_2 populations using the maternal form of soft winter wheat varieties of the forest-steppe ecotype.

Seed material was sown manually according to the crossing scheme: maternal form – hybrid – male form. A set of agrotechnical measures was implemented in accordance with generally accepted recommendations for the agroclimatic zone of the forest-steppe of Ukraine. Mustard cultivated by seed method was used as a predecessor.

As a result of crossing soft winter wheat varieties belonging to the forest-steppe, steppe, and Western European ecotypes, initial breeding material was obtained. It is characterized by a stable and pronounced manifestation of both individual and complex economically valuable traits, which ensures its high potential for further stages of selection.

The master's thesis contains 59 pages, 11 tables, 12 figures, and a list of 80 references.

Keywords: soft winter wheat, variety, hybrid, population, degree of phenotypic dominance, degree and frequency of transgressions.

ЗМІСТ

Вступ	6
РОЗДІЛ 1. ЗНАЧЕННЯ ГЕНЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ В СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ (огляд літератури).....	8
1.1 Пшениця м'яка озима головна сільськогосподарська культура	8
1.2 Внутрішньовидова гібридизація – основний метод створення генетичного різноманіття пшениці	10
1.3. Підвищення адаптивного потенціалу пшениці за глобальних кліматичних змін	13
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони досліджень.	17
2.2. Метеорологічні умови в період проведення досліджень	19
2.3. Матеріал та методика проведення досліджень	22
2.4. Характеристика батьківських компонентів гібридизації	24
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ УСПАДКУВАННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК В F₁ ТА ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ В ПОПУЛЯЦІЙ F₂ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ	27
3.1 Висота рослин.....	27
3.2 Довжина головного колоса.....	31
3.3 Кількість колосків у головному колосі.....	34
3.4 Кількість зерен із головного колоса.....	38
3.5 Маса зерна головного колоса.....	42
ВИСНОВКИ	45
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ РОБОТИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	47
ДОДАТКИ	57

ВСТУП

В контексті сільського господарства України, озима пшениця відіграє центральну роль, оскільки виробництво зерна є провідним напрямком аграрного сектору [1]. Пшениця – не лише найважливіша зернова культура через її походження, але й життєво необхідний продукт харчування для людини і тварин. Як давня культурна рослина, вона культивується ще з доісторичних часів, орієнтовно за 15–10 тисяч років до нашої ери [2].

В умовах зростання чисельності населення планети, забезпечення продовольчої безпеки стає все більш гострою необхідністю, вимагаючи продуктів харчування в достатній кількості та належної якості [3]. На базовому рівні, продовольча безпека – це доступ усіх людей до достатньої кількості їжі [4]. Головною умовою для подальшої стабілізації та підвищення потенціалу врожайності є створення нових високопродуктивних сортів, які мають високу якість зерна та здатність адаптуватися до мінливих умов довкілля [5, 6]. Це також є одним із ключових шляхів вирішення проблеми продовольчої безпеки [7, 8].

Для створення нових селекційних форм зазвичай застосовують схрещування генотипів місцевої селекції, які здатні добре пристосовуватись до умов певного регіону з сортами різних екотипів [9]. Залучення різноманітних екотипів важливе, оскільки генетичні механізми, що контролюють певні ознаки, можуть відрізнятися в різних екологічних нішах. Це забезпечує суттєве генетичне різноманіття серед гібридних нащадків [10].

На початкових етапах гібридизації важливо проводити добір рекомбінантів із гібридних популяцій. Доведено, що пошук і відбір трансгресивних форм (які перевершують батьківські за певними ознаками) суттєво підвищує ефективність селекційної роботи [11]. Трансгресивна мінливість може спостерігатися за широким спектром ознак: морфологічних, фізіологічних, біохімічних та кількісних [12].

У сучасних умовах селекційна робота з озимою пшеницею спрямована на поглиблене вивчення закономірностей успадкування кількісних і якісних ознак, а також стійкості рослин до стресових чинників довкілля. Отримані знання використовують для створення вихідного матеріалу та виведення високопродуктивних сортів, адаптованих до конкретних умов вирощування [13].

На теперішньому етапі основними завданнями селекції озимої пшениці є підвищення врожайності й якості зерна, поліпшення стійкості до хвороб, шкідників і несприятливих факторів середовища (зокрема посухостійкості, зимостійкості та стійкості до вилягання), а також створення сортів, придатних для інтенсивних технологій вирощування з повною механізацією виробничих процесів [14].

РОЗДІЛ 1

ЗНАЧЕННЯ ГЕНЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ В СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

(огляд літератури)

1.1 Пшениця м'яка озима – головна сільськогосподарська культура

В Україні озима пшениця посідає провідне місце серед зернових культур. Зростання її врожайності та валових зборів у сучасних умовах забезпечується насамперед завдяки впровадженню у виробництво сортів, найбільш пристосованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов [15–17]. Сорт виступає як самостійний біологічний чинник, що визначає рівень урожайності та якість зерна [18]. В умовах глобальних кліматичних змін у практичній селекції особливу увагу приділяють підвищенню адаптивного потенціалу новостворюваних сортів. Дослідження механізмів формування елементів продуктивності та особливостей реалізації потенціалу врожайності за мінливих погодних умов є важливим для визначення норми реакції та добору найстійкіших і найпродуктивніших генотипів [19].

Україна не лише повністю забезпечує внутрішні потреби в продовольчому зерні пшениці, а й входить до десятки провідних експортерів цієї культури. За оцінками вітчизняних і зарубіжних фахівців, 30–40 % загального приросту виробництва пшениці забезпечено завдяки впровадженню нових високоврожайних сортів.

На думку науковців у галузі генетики, селекції, фізіології рослин та біотехнології, підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема пшениці, є одним із ключових чинників забезпечення продовольчої безпеки людства [20].

Пшениця (*Triticum aestivum*) озима належить до найважливіших культур, що відіграють вирішальну роль у глобальній продовольчій безпеці [21], забезпечуючи близько 20 % калорій і білка у раціоні людини [22]. Попри

стабільне зростання світового виробництва пшениці протягом останніх десятиліть, у деяких регіонах (зокрема Східна Європа, Центральна Індія, Західна Австралія) темпи підвищення врожайності сповільнилися або знизилися, а приріст урожайності не відповідає прогнозованому рівню майбутнього попиту на зерно [23, 24]. Ситуацію ускладнюють глобальні кліматичні зміни, виснаження природних ресурсів, військові дії та зростаюча конкуренція за земельні ресурси, що становлять загрозу подальшому зниженню продуктивності агроценів.

Одним із пріоритетних завдань агропромислового комплексу України в сучасних умовах є істотне нарощування й стабілізація виробництва зерна, адже воно становить стратегічний резерв продовольчої безпеки будь-якої держави. У структурі зернового виробництва України провідну роль відіграє озима пшениця – основна продовольча культура, посівні площі якої коливаються в межах 6,4–7,3 млн га залежно від року. Перевага цієї культури зумовлена її високими продовольчими й кормовими якостями, доброю транспортабельністю та можливістю тривалого зберігання зерна. Збільшення виробництва високоякісного зерна пшениці м'якої озимої сприятиме зміцненню економічної стабільності вітчизняних сільськогосподарських підприємств [25].

Проблема продовольчої безпеки загострилася до кризового рівня внаслідок російської агресії проти України. Забезпечення стабільного виробництва якісних зернових продуктів є ключовим для запобігання глобальній кризі та підтримки доступу населення до їжі.

Внаслідок повномасштабної війни Україна втратила можливість експорту, що спричинило накопичення великих запасів зерна. Тому виникла нагальна потреба оцінити особливості наявних сортів пшениці та надати рекомендації для їх переробки на борошняну продукцію [26].

Головним завданням аграрного сектору залишається збільшення обсягів та якості виробництва зерна [27]. Його реалізація можлива виключно через комплексний підхід: раціоналізацію землекористування, впровадження

науково обґрунтованих систем землеробства, підвищення родючості ґрунтів та застосування інтенсивних технологій вирощування [28].

1.2 Внутрішньовидова гібридизація – основний метод створення генетичного різноманіття пшениці

Для підвищення рівня економічного розвитку особливе значення у стабілізації та нарощуванні виробництва продукції рослинництва має селекція рослин [29, 30], яка є найдоступнішим, найефективнішим і екологічно безпечним чинником. Раціональна діяльність у галузі селекції та насінництва суттєво впливає на забезпечення аграрних підприємств високоякісним посівним матеріалом конкурентоспроможних сортів, що дає змогу своєчасно здійснювати сортозміну та сортооновлення — важливі складові процесу зерновиробництва [31–33].

Практичне значення сорту, як чинника збільшення врожайності, незмінно зростає як у світовому, так і у вітчизняному агровиробництві. Кропітка робота селекціонерів України має велике значення стосовно приросту врожаю зерна, залежно від сорту, приріст врожайності пшениці м'якої озимої підвищився від 15–18 до 40–50 % [34].

Як зазначає С. П. Лифенко та інші дослідники, врожайність є основною ознакою сорту на всіх етапах його формування [35]. Практика доводить, що навіть за наявності у сорту цінних господарських характеристик, якщо він поступається за врожайністю іншим, то не має перспектив у виробництві через низьку рентабельність [36]. У багатьох країнах світу, зокрема й в Україні, селекція озимої пшениці здійснюється із застосуванням сучасних технологій та досягнень науки, однак створити універсальний сорт, придатний для вирощування в усіх кліматичних зонах і за різних технологій, досі не вдалося [37].

Успішне вирощування високоврожайної сільськогосподарської продукції значною мірою визначається сортом. Для створення нових поколінь

сортів пшениці озимої необхідне ґрунтовне вивчення генофонду вихідного матеріалу з метою добору батьківських форм, які поєднують комплекс господарсько цінних ознак, відповідних вимогам сучасного виробництва. Наукові дослідження свідчать, що такі роботи сприяють розширенню еколого-географічної мінливості популяцій і дають змогу визначати джерела цінних ознак для певних природно-кліматичних умов [38–40].

Результативність створення вихідного матеріалу пшениці озимої з високою адаптивністю, стійкістю до фітопатогенів і підвищеною врожайністю значною мірою залежить від цілеспрямованого пошуку джерел цих властивостей. Виявлення й добір перспективних генотипів у селекційній роботі визначаються біологічними особливостями розмноження рослин, характером успадкування ознак, особливостями гібридних поколінь, екологічними умовами та іншими чинниками [41]. Для ефективного добору важливо ідентифікувати генотип за фенотипом, однак це ускладняється тим, що більшість економічно важливих ознак є кількісними та значною мірою залежать від умов середовища [42].

Дані досліджень свідчать, що важливе значення для реалізації потенціалу сортів має еколого-адаптивний підхід, який передбачає добір сортів відповідно до конкретних агрокліматичних зон, підзон чи господарств з урахуванням їхніх ресурсних можливостей. Часто нові сорти потрапляють у невідповідні умови, що перешкоджає реалізації їхнього генетичного потенціалу [43].

Створення та впровадження у виробництво нових сортів передбачає їх випробування у конкретній зоні вирощування, для якої вони будуть рекомендовані. При цьому визначається не лише урожайність, а й її стабільність за роками, стійкість до біотичних та абіотичних чинників та якість зерна. Проблеми збору, збереження, вивчення і раціонального використання генетичних ресурсів культурних рослин та їх диких співродичів є державними, стратегічно важливими і безпосередньо пов'язані із забезпеченням як національної, так і глобальної продовольчої, біоресурсної та екологічної

безпеки. Колекції генетичного різноманіття рослин створюються не лише з метою гарантованого збереження рослинного матеріалу для сьогодення і майбутнього поколінь, а й слугують джерелом для створення нових форм, що вирізняються за певними ознаками чи їх комплексом. Така робота проводиться, в основному, в двох напрямках: виявлення серед рослинного різноманіття чи селекційне створення форм що виділяються за морфологічною будовою рослини (мутанти, тощо), а також цілеспрямований процес селекційного покращення існуючого генофонду на основі досконалого вивчення наявного генофонду різного екологічного і географічного походження для використання як вихідного матеріалу при створенні комерційних сортів [44].

Актуальним завданням селекції м'якої озимої пшениці є добір пар для гібридизації з визначенням ступеня фенотипового домінування у поколінні F_1 для встановлення типу успадкування господарсько цінних ознак і вивчення трансгресивної мінливості у подальших поколіннях. Ефективність селекційного процесу значною мірою залежить від розширення генетичної бази вихідного матеріалу. За умови вдало підібраних батьківських пар, залучення до схрещування сортів різного генетичного та географічного походження сприяє формуванню популяцій із новими поєднаннями господарсько цінних ознак [45–47].

Завдяки використанню в селекційних програмах вихідного матеріалу різного еколого-географічного та генетичного походження забезпечується добір генотипів із заданими характеристиками та високим рівнем адаптивності, що формують стабільну продуктивність новостворених ліній і сортів [48]. Сорти, створені в різних агрокліматичних зонах, мають свої господарські особливості та характерною для них різною мірою пристосовані до конкретних екологічних умов. Залежно від цього їх поділяють на три основні екотиби: степовий, лісостеповий і західноєвропейський [49].

Головними відмінностями сортів степового, лісостепового і західноєвропейського екотипів є насамперед ознаки і властивості щодо їх

здатності пристосовуватись до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, а також деякими господарськими характеристиками і морфотипом рослин. Так, за свідченням академіка А. М. Литвиненка для сортів степового екотипу характерною є підвищена стійкість до високих температур та добра стійкість до морозів, стійкість до таких хвороб як борошниста роса і бура іржа. Сорти степового екотипу мають якості сильних і надсильних пшениць, за структурою рослин – ксероморфи [49]. Сорти цього екотипу мають незначні розміри верхніх двох листків з вертикальним їх розміщенням. Натомість сорти, що належать до лісостепового екотипу, характеризуючись високою зимостійкістю і середнім рівнем стійкості до нестачі вологи і підвищених температур, стійкістю проти корневих гнилей, борошнистої роси, іржі, мають гідрофільну структуру рослин. Для рослин пшениці м'якої озимої лісостепового екотипу характерною ознакою є наявність великих листків з горизонтальним розташуванням. Сорти, які належать до західноєвропейського екотипу мають низькі показники стійкості до низьких температур, середні або нижчі середніх хлібопекарські властивості і досить виражену гідрофільну структуру рослин [49].

Досягнення селекціонерів, яким вдалося створити новітні сорти озимої пшениці, сприяли її широкому поширенню. Наприкінці XIX – на початку XX ст. в Україні активно відкривалися дослідні станції та науково-дослідні інститути, спрямовані на вивчення наявного сортового різноманіття й створення нових високоврожайних сортів озимої пшениці. Як результат, сорти української селекції виявилися ефективнішими для вирощування на території України порівняно з іноземними аналогами [50].

1.3. Підвищення адаптивного потенціалу пшениці за глобальних кліматичних змін

Адаптація – це сукупність морфологічних, фізіологічних і біохімічних реакцій, які забезпечують здатність рослин виживати у взаємодії з біотичними

чинниками та пристосовуватися до несприятливих умов середовища. Виживання організму можливе лише тоді, коли він здатен підтримувати стійкість на різних рівнях організації – від клітинного до популяційного та регулювати життєві процеси відповідно до змін довкілля [51]. У селекційній практиці широко застосовуються поняття «адаптивність» і «адаптованість», які мають конкретне наукове значення.

Адаптивність визначається здатністю організму пристосовуватись до впливу зовнішніх факторів, тоді як адаптованість характеризує ефективність використання сприятливих умов для росту й розвитку, а також здатність витримувати дію несприятливих чинників. Обидва поняття тісно взаємопов'язані: адаптивність відображає потенційну можливість пристосування, тоді як адаптованість демонструє її реалізацію у конкретних екологічних умовах. Відмінність між потенційною продуктивністю сорту та фактично досягнутою визначається рівнем його адаптивності [52].

Формування врожайності культурних рослин є результатом взаємодії генотипу з природним середовищем, що певною мірою контролюється людиною. За оптимального поєднання умов середовища і біологічних особливостей рослин, особливо в критичні періоди онтогенезу, продуктивність значно підвищується. Використання сортів пшениці, адаптованих до конкретних умов вирощування й стійких до стресових факторів, а також застосування високоякісного насіння сприяють отриманню стабільно високих врожаїв зерна [53].

Адаптивний потенціал визначається як межа стійкості культурних рослин до дії несприятливих факторів [54]. Значення адаптивного районування полягає в тому, що висока потенційна врожайність може бути реалізована лише за наявності стійкості до стресових умов. Екологічно пластичні сорти – це форми із середнім рівнем інтенсивності, здатні забезпечувати стабільний урожай за різних умов. Умови довкілля впливають на потенційну врожайність культур на 50–80 %.

Поєднання високої потенційної продуктивності з екологічною стійкістю в межах одного генотипу є одним із головних стратегічних напрямів сучасної адаптивної селекції. Успішність створення високопродуктивних сортів визначається функціонуванням усієї системи рослини у взаємодії з навколишнім середовищем. Основним критерієм адаптаційної здатності є стійкість до несприятливих чинників – посухи, низьких температур, хвороб та інших стресів. Важливу роль у формуванні цієї здатності відіграє система удобрення [55].

Кліматичні умови України зазнають постійних змін, що потребує від аграрного сектору адаптації до нових погодних реалій, ускладнених наслідками воєнних дій. Зі зростанням глобальної температури частішають екстремальні явища – спека, посухи, різкі коливання температур, порушення режиму зволоження, які часто мають згубний вплив на рослини. Водний дефіцит у період посухи, особливо під час проростання насіння, є одним із головних чинників зниження врожайності. Середньорічна температура в Україні зростає утричі швидше, ніж у середньому на планеті, перевищуючи багаторічні показники на $+2,5...+3,0$ °C [56, 57]. Пшениця, як культура, особливо чутлива до таких змін, оскільки світло і температура є ключовими факторами, що визначають її розвиток [58]. Багато досліджень підтверджують негативний вплив кліматичних змін на продуктивність озимої пшениці через порушення процесів росту, розвитку та використання кліматичних ресурсів [59].

Зростає актуальність щодо створення сортів пшениці з підвищеним адаптивним потенціалом, важливою складовою якого є зимостійкість – здатність рослин переживати зимовий період. Ця ознака визначається комплексом генетичних і фізіологічних факторів, зокрема системами, що контролюють тривалість яровизації, реакцію на фотоперіод і морозостійкість [60].

На перезимівлю озимої пшениці найбільше впливають три групи чинників: метеорологічні умови, генетично обумовлена морозо- і зимостійкість сорту та особливості технологічних прийомів вирощування [61].

Поняття морозостійкості й зимостійкості близькі, однак мають відмінності: морозостійкість – це стійкість рослин витримувати низькі температури, тоді як зимостійкість охоплює здатність витримувати комплекс несприятливих умов осіннього, зимового та весняного періоду. Обидві властивості є складними фізіологічними станами, що змінюються залежно від віку рослин і умов вирощування [62].

Зміни клімату на тлі глобального потепління істотно вплинули на режим зволоження ґрунтів в Україні [63]. Це призвело до зниження врожайності та погіршення якості зерна озимої пшениці. Поява нових критичних гідротермічних факторів за відсутності ефективних методів їх оцінки зумовлює необхідність досліджень, спрямованих на розробку способів масової оцінки селекційного матеріалу за нових кліматичних умов. Отримання стабільно високих урожаїв озимої пшениці можливе лише за умови підвищення її зимостійкості та посухостійкості з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних особливостей регіону.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови зони досліджень

Дослідження виконували протягом у 2022–2025 рр. в умовах навчально виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету в Лісостепу України.

Основними ґрунтами дослідної території є типові вилугувані чорноземи, сформовані на лесах і лесоподібних суглинках. Вони займають значні площі в лісостеповій і степовій зонах України та належать до найцінніших ґрунтоутворювальних порід. Лес, як материнська порода, характеризується пухкою структурою, дрібною пористістю та високим умістом карбонатів. Лесоподібні суглинки відрізняються від лесів низкою ознак — зокрема, безкарбонатністю, шаруватістю та меншою пористістю [64].

За вмістом гумусу у верхньому горизонті ці ґрунти належать до малогумусних, а за забезпеченістю рухомими сполуками нітрогену, фосфору й калію — до низько- або середньо забезпечених [64].

Середньорічна температура повітря становить $+7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Найхолодніший місяць – січень із середньою багаторічною температурою $-5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, а найтепліший – липень із показником середньої температури повітря $+19,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Річний розподіл опадів за сезонами має такий характер: узимку випадає близько 112 мм, навесні – 123 мм, в літній період – 218 мм, а весняний – 109 мм. Відносна вологість повітря, в середньому за рік, становить близько 78 %.

Навесні зволоження є нестійким, а найбільша кількість опадів припадає на липень – приблизно 85 мм. Сніговий покрив у зимовий період зазвичай нестійкий.

Перші осінні заморозки спостерігаються у першій декаді жовтня, тоді як весняні заморозки припиняються наприкінці квітня.

Аналіз кліматичних даних останніх десятиліть свідчить про те, що вцілому в зоні проведення досліджень кліматичні умови зони досить сприятливі для вирощування пшениці м'якої озимої, але характеризуючи окремі роки можна спостерігати певні відхилення від середніх багаторічних показників.

До несприятливих умов слід віднести нестійкий сніговий покрив, внаслідок чого рослини пошкоджуються і гинуть від низьких температур, малосніжні зими з відлигами і наступним утворенням льодової кірки, випирання, видування, випрівання, нерівномірний розподіл опадів впродовж весняно-літнього періоду, часті зливи в період збирання врожаю, дія ґрунтової та повітряної посухи в період наливу і дозрівання зерна пшениці.

2.2 Метеорологічні умови в період проведення досліджень

Для успішного вирощування пшениці озимої важливе значення мають погодні умови в період вегетації, зокрема на етапах формування структури врожайності. Багаторічні спостереження, відіграють особливе наукове значення так як дозволяють виявити адаптивні реакції генотипів до кліматичних стресів.

Упродовж 2022–2025 рр. спостерігали різноманітний вплив метеорологічних умови на ріст, розвиток та формування величини урожайності рослин пшениці м'якої озимої.

Сівбу пшениці м'якої озимої проводили в кінці третьої декади вересня. За зупинки осінньої вегетації (15.11 – 2022 р., 18.11 – 2023 р., 17.11 – 2024 р.) тривалість вегетації в осінній період склала 41, 43 і 42 доби відповідно. Кількість опадів за осінню вегетацію у 2022 р. (37,8 мм), 2023 р. – 50,2 мм і 2024 р. – 56 мм була меншою за середні багаторічні показники (53 мм) на 15,7 мм – 2022 р., 10,8 мм – 2023 р. з перевищенням їх на 3 мм у 2024 р. (рис. 1).

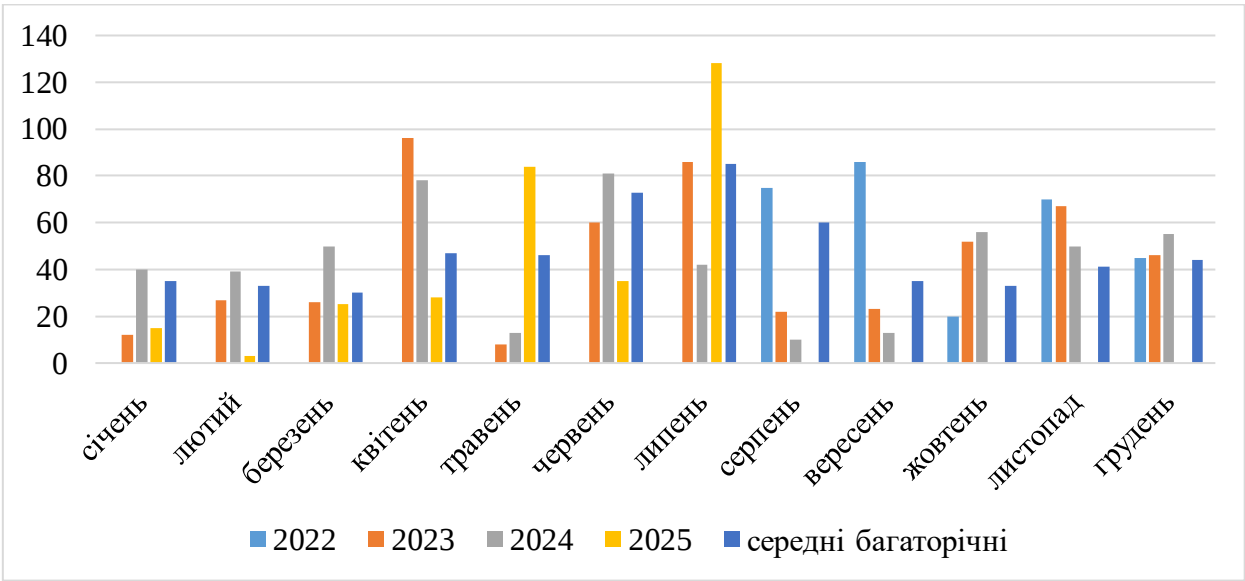


Рисунок 1 – Атмосферні опади 2022–2025 рр., мм
(згідно даних Білоцерківської метеостанції)

Температурний режим, що склався у жовтні перевищував багаторічні показники (7,9 °C) на 0,9 °C – 2022 р., 3,5 °C – 2023 р., і 2,8 °C у 2024 р. (рис. 2).

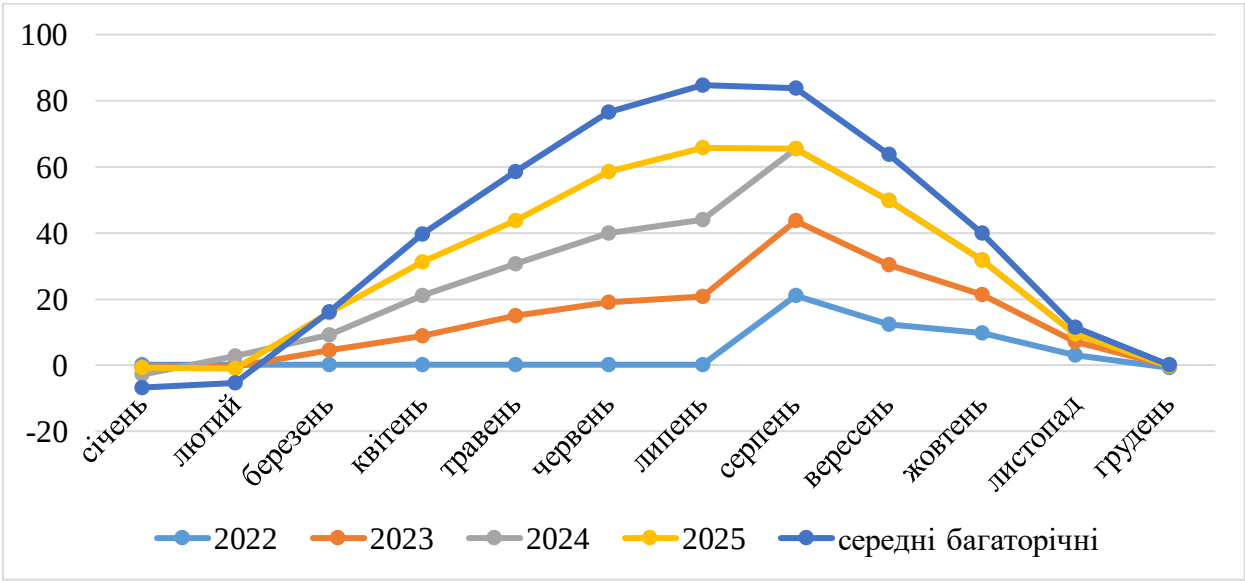


Рисунок 2 – Температурний режим 2022–2025 рр., °C
(згідно даних Білоцерківської метеостанції)

У перших двох декадах листопада фактична температура повітря перевищувала середні багаторічні показники. Особливо виділилась перша декада, коли за багаторічного показника (3,4 °C) фактична середня

температура повітря склала 2022 р. – 6,3 °C; 2023 р. – 9,8 °C; 2024 р. – 5,1 °C (додаток А1).

У досліджувані роки середній температурний режим грудня був близьким до середніх багаторічних значень. Натомість, середні показники температури повітря у січні перевищили середні багаторічні на 5,2 °C – 2023 р., 3,7 °C – 2024 р і 7,9 °C – 2025 р.

У лютому температурний режим також був теплішим за середні багаторічні показники (-4,4 °C) за середніх за місяць температур повітря у 2023 р. – -0,6 °C, 2024 р. – 3,3 °C, 2025 р. – -3,8 °C.

Температурний режим, що склався у зимові місяці, був досить сприятливим для перезимівлі рослин пшениці м'якої озимої досліджуваних сортів.

За зимові місяці фактична кількість опадів була меншою за середні багаторічні (112 мм) у 2022/2023 – 85 мм і особливо 2024/2025 – 18 мм вегетаційних роках та перевищила їх у 2023/2024 вегетаційному році – 134 мм. Перевищення середніх багаторічних показників кількості опадів у календарний зимовий період 2023/2024 вегетаційного року на 22 мм дещо покрили недостатню кількість опадів у березні (25 мм) і квітні (28 мм) 2025 р. (додаток А2).

Меншу кількість опадів за середній багаторічний показник (30 мм) відмітили у березні 2023 р. – 26 мм. Разом з тим у березні 2024 р. кількість опадів становила 50 мм. За квітень 2023 р (96 мм) і 2024 р (78 мм) кількість опадів була вищою за багаторічний показник (47 мм) на 49 мм і 31 мм відповідно, що сприяло достатньому волого забезпеченню ґрунту.

У травні 2023 р. (8 мм) і 2024 р. (13 мм) фактичні опади були меншими за середні багаторічні (46 мм) на 38 мм та 33 мм відповідно. При цьому кількість опадів за травень 2025 р (84 мм) була більшою за середній багаторічний показник на 37 мм, що покращило забезпеченість вологою рослин пшениці відносно попередніх місяців.

За температурним режимом березень досліджуваних років значно відрізнявся від середніх багаторічних температур повітря – $0,3^{\circ}\text{C}$. Так, середня фактична температура повітря за березень склала: 2023 р. – $4,6^{\circ}\text{C}$; 2024 р. – $4,4^{\circ}\text{C}$; 2025 р. – $6,8^{\circ}\text{C}$.

За таких умов відновлення весняної вегетації відмітили у 2023 р. – 18 березня, 2024 р. – 22 лютого, 2025 р. – 2 березня. Ріст і розвиток рослин пшениці м'якої озимої в перший місяць 2023 і 2025 рр. характеризувався поступовим наростанням температурного режиму. При цьому у першій ($2,4^{\circ}\text{C}$) і другій ($2,2^{\circ}\text{C}$) декадах березня 2024 р. відбулось призупинення вегетації.

Температурний режим квітня 2024 р. ($12,4^{\circ}\text{C}$) і 2025 р. ($10,2^{\circ}\text{C}$) значно перевищував середній багаторічний показник – $8,4^{\circ}\text{C}$, а у 2023 р. був близький до них і склав $8,7^{\circ}\text{C}$. Середні показники температури травня 2023 р. ($14,8^{\circ}\text{C}$) була на рівні середньої багаторічної – $14,9^{\circ}\text{C}$, при цьому у травні 2024 р. була більшою на $0,9^{\circ}\text{C}$, а 2025 р. – меншою і склала $13,1^{\circ}\text{C}$. Найбільш спекотною виявилась третя декада травня ($21,1^{\circ}\text{C}$) 2024 р., за середнього багаторічного показника $15,8^{\circ}\text{C}$.

У травні 2023 р. (ГТК = 0,2) і 2024 р. (ГТК = 0,3) ріст і розвиток рослин пшениці відбувався за дуже сильної посухи. У травні 2025 р. відмітили надмірну вологість – ГТК = 2,1.

Аналізуючи метеорологічні умови літнього періоду, слід відмітити, що червень за температурним режимом значно перевищував середній багаторічний показник – $17,8^{\circ}\text{C}$, за фактичних даних $19,0^{\circ}\text{C}$ – 2023 р., $20,8^{\circ}\text{C}$ – 2024 р., $18,8^{\circ}\text{C}$ – 2025 р. Найбільш спекотною виявилась перша декада червня 2025 р. ($21,3^{\circ}\text{C}$) за середнього багаторічного показника $17,3^{\circ}\text{C}$ і третя декада 2023 р. ($21,3^{\circ}\text{C}$) та 2025 р. – $21,2^{\circ}\text{C}$.

Фактична кількість опадів за червень 2023 р. (60 мм) і 2025 р. (35 мм) була меншою за багаторічні дані (73 мм) на 13 мм і 38 мм відповідно, а у 2024 р. (81 мм) перевищила їх на 8 мм.

Формування зерна пшениці м'якої озимої від запліднення до молочної стиглості у 2023 р. (ГТК = 1,0) і 2024 р. (ГТК = 1,3) відбувалось за достатнього забезпечення вологою, а у 2025 р. за середньої посухи – ГТК = 0,6.

Середня температура повітря у першій і другій декаді липня 2023 р. – 21,0 °С, 2025 р. – 21,7 °С і особливо 24,5 °С у 2024 р. була вищою за середньо багаторічний показник (19,0 °С). Гідротермічний коефіцієнт за перші дві декади липня досліджуваних років 2023 р. (ГТК = 1,2), 2024 р. (ГТК = 0,8), 2025 р. (ГТК = 0,3) вказує на достатню забезпеченість вологою у 2023 р., середню посуху – 2024 р. і дуже сильну посуху у 2025 р. в період воскова-повна стиглість зерна пшениці. Таким чином умови, що склалися значно вплинула на формування маси зерна колоса, рослини, маси 1000 зерен і врожайності зерна в цілому.

Аналіз агрометеорологічних умов протягом 2022/23, 2023/24 та 2024/25 вегетаційних періодів свідчить про їх значну мінливість як за температурним режимом, так і за рівнем та розподілом атмосферних опадів, що забезпечило можливість комплексної оцінки впливу зовнішніх факторів на формування елементів структури врожайності озимої м'якої пшениці.

2.3 Матеріал та методика проведення досліджень

В умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського національного аграрного університету за визначеної схеми схрещування пшениці м'якої озимої (табл. 1) проводили гібридизацію сортів: Краєвид, Квітка полів – лісостепового екотипу; Щедрість одеська Наснага – степового екотипу; Мулан, Акратос – західноєвропейського екотипу. Досліджували створені на їх основі гібриди першого покоління та популяції F_2 .

Таблиця 1. Схема схрещування сортів пшениці м'якої озимої лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів

♀ Материнська форма	♂ Чоловіча форма
лісостеповий екотип / західноєвропейський екотип	
Краєвид	Мулан
Квітка полів	Акратос
лісостеповий екотип / степовий екотип	
Краєвид	Щедрість одеська
Квітка полів	Наснага

Насінневий матеріал висівали вручну за допомогою сівалки відповідно до схеми: ♀ материнська форма – F₁ – ♂ батьківська форма. Біометричний аналіз досліджуваних зразків здійснювали на середній вибірці з 25 рослин у триразовій повторності, дотримуючись загальноприйнятої агротехніки, характерної для даної зони вирощування. Як попередню культуру використовували гірчицю, вирощену на зерно. Рівень фенотипового домінування у гібридів визначали за формулою В. Griffing. [65]:

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

де h_p – ступінь фенотипового домінування;

X_F – середнє значення показника у гібрида;

X_{mp} – середнє значення показників у обох батьківських форм;

X_p – середнє значення батьківської форми з більшим проявом ознаки.

Для встановлення типу успадкування отримані значення ступеня фенотипового домінування класифікували відповідно до методики G. M. Beil, R. E. Atkins [66]: $h_p > +1$ – позитивне наддомінування (ПНД); $+0,5 < h_p \leq +1$ – часткове позитивне домінування (ЧПД); $-0,5 \leq h_p \leq +0,5$ – проміжне успадкування (ПУ); $-1 \leq h_p < -0,5$ – часткове від'ємне успадкування (ЧВУ); $h_p < -1$ – від'ємне наддомінування – ВНД. Для оцінювання умов зволоження

під час вирощування пшениці м'якої озимої розраховували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Г. Т. Селянінова:

$$\text{ГТК} = \sum O / (0,1 \times \sum t^{\circ}),$$

де, $\sum O$ – кількість опадів за період з температурами вище 10 °С, мм;

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

Класифікація ГТК відбувалась за шкалою: < 0,4 – дуже сильна посуха; 0,4–0,5 – сильна посуха; 0,5–0,6 – середня посуха; 0,7–0,9 – слабка посуха; 1,0–1,5 – достатньо волого; > 1,5 – надмірно волого.

Ступінь (Тс) та частоту (Тч) позитивної і від'ємної трансгресії у популяцій F₂ визначали за методиками [67]:

$$T_c = ((Pr - Pr) / Pr) \times 100 \%,$$

де: Тс – ступінь трансгресії, %;

Pr – максимальне значення досліджуваної ознаки у популяції F₂;

Pr – максимальне значення ознаки у кращої батьківської форми.

$$T_c = (A / B) \times 100 \%,$$

де: Тч – частота появи трансгресій, %;

A – кількість рослин популяції F₂, які перевищують за ознакою кращу батьківську форму;

B – кількість проаналізованих за ознакою рослин із популяції.

2.4. Характеристика батьківських компонентів гібридизації

Краєвид. Сорт пшениці м'якої озимої поєднує характеристики високоінтенсивного та універсального типів. Створений Національним науковим центром «Інститут землеробства національної академії аграрних наук України». Внесений до Державного реєстру у 2013 році. Це цінний зерновий сорт, що належить до середньостиглої групи і характеризується високою стійкістю до вилягання, посухи та хвороб (септоріозу та фузаріозу колоса), осипання зерна та проростання його в колосі. Рекомендований для

виросування в усіх зонах України. Досить стійкий до низьких температур. Витримує високі дози мінерального живлення, досить не погано реагує на внесення мінеральних добрив та формує на них високі врожаї. Характеризуючись якісними показниками зерна відповідає вимогам, які є характерними для цінних пшениць.

Квітка полів. Сорт створений відомою селекціонеркою Бурденюк-Тарасевич Л. А. разом з Дубова О. А., Чайка А. М. методом схрещування сортів Ясочка / Єрмак. Занесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2018 р. Сорт добре адаптований до умов різних ґрунтового кліматичних зон України, рекомендований до вирощування в Лісостепу, Степу та Поліссі. Різновидність *lutescens*. Для сорту характерна стійкість до вилягання та осипання, досить толерантний до таких хвороб як септоріоз, фузаріоз, борошниста роса. Завдяки високому вмісту білка має відмінні хлібопекарські якості [69].

Щедрість одеська. Сорт озимої пшениці створений Селекційно – генетичним інститутом – Національним центром насіннєзнавства та сортовивчення та внесений до державного реєстру у 2014 році. Придатний до вирощування в умовах Лісостепу та Степу. Середньоранній сорт, за якісними показниками є цінною пшеницею. Рослини середньої висоти, колос великий, веретеноподібний, добре озернений. В рослин добре розвинена кустистість. Сорт досить стійкий до комплексу хвороб, а саме: фузаріоз, плямистість, борошниста роса, септоріоз, бура, жовта іржа та коренева гниль. Характеризується високою стійкістю до вилягання, осипання та проростання зерна [70].

Наснага. Сорт створений Селекційно – генетичним інститутом – Національним центром насіннєзнавства та сортовивчення. Пшениця інтенсивного типу та універсального використання для якого характерні середньоранні строки дозрівання. Морозо та зимостійкість а також посухостійкість – високі. Для сорту характерна стійкість до осипання та проростання зерна в колосі. Витривалий до ураження такими хворобами як

бура та жовта іржа, борошниста роса та фузаріоз колоса. У Державному Реєстрі сортів рослин із 2015 року [70].

Мулан. Сорт створений німецькою компанією Нордзаат Заатцухт ГмбХ і внесений до Державного реєстру з 2011 року. Належить до типу *lutescens* та є цінною пшеницею. Рекомендований для вирощування в зонах Лісостепу та Полісся. Це середньостиглий сорт з високим потенціалом урожайності (6,3–7,4 т/га) та крупним зерном (43,7–47,5 г/1000 зерен). Відзначається гарною стійкістю до вилягання та посухи (8,0–8,4 балів), середньою зимостійкістю (7,5–8,1 балів) та підвищеною резистентністю до основних хвороб (борошниста роса, фузаріоз, бура іржа). Висота рослин — 92–97 см. [71].

Акратос. Сорт озимої пшениці, різновид *lutescens*, був створений у Німеччині (Заатен–Уніон ГмбХ) та зареєстрований у 2010 році. Рекомендований для всіх зон України (Лісостеп, Степ, Полісся). Це середньопізній сорт з високим потенціалом урожайності – близько 100 ц/га. Завдяки потовщеному стеблу, сорт має високу стійкість до вилягання. Характеризується стійкістю до хвороб та зимостійкістю вище середньої. Стійкість до посухи – середня. Відноситься до цінних пшениць. Маса 1000 зерен становить 43,0 г [71].

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ УСПАДКУВАННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК В F_1 ТА ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ В ПОПУЛЯЦІЙ F_2 ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Селекційні дослідження пшениці проводяться із використанням методу гібридизації, важливою складовою якого є науково обґрунтований добір вихідного матеріалу. Залучення до схрещувань генетично та екологічно віддалених форм у поєднанні з місцевими генотипами забезпечує більш повну оцінку їхньої селекційної цінності в різних комбінаціях за певних ґрунтово-кліматичних умов. Такий підхід сприяє створенню нових високоадаптивних сортів, що поєднують комплекс господарсько цінних ознак [72].

3.1 Висота рослин

Висота рослини пшениці, яка головним чином залежить від довжини стебла, є найважливішою сортовою характеристикою. Вона комплексно впливає на стійкість рослин до вилягання, їх продуктивність і, відповідно, на якість одержуваного зерна [73].

В умовах 2024 року досліджували характер успадкування висоти рослин у сортів пшениці м'якої озимої лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів і створених на їх основі гібридів першого покоління. Встановлено, що за показників вихідних батьківських форм від 54,0 см (Краєвид) до 66,4 см (Квітка полів) у досліджуваних гібридів показник висоти рослин був на рівні від 63,9 см (Краєвид / Мулан) до 70,3 см (Краєвид / Щедрість одеська) (табл. 2).

Таблиця 2. Ступінь фенотипового домінування і тип успадкування за висотою рослин у F₁ отриманих схрещуванням пшениці м'якої озимої різних екотипів, 2024 р.

Батьківські форми та комбінації схрещування	2024 р.				
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, см	Lim, см		hp	Тип успадкування
		min	max		
лісостеповий екотип / західноєвропейський екотип					
♀ Краєвид	54,0±0,28	50,0	58,5	-	-
♂ Мулан	60,1±0,42	52,0	67,5	-	-
♀ Квітка полів	66,4±0,47	55,5	74,0	-	-
♂ Акратос	58,2±0,47	50,0	68,5	-	-
Краєвид / Мулан	63,9±1,61	49,0	72,5	2,3	ПНД
Квітка полів / Акратос	67,9±1,19	61,5	74,5	1,4	ПНД
лісостеповий екотип / степовий екотип					
♂ Щедрість одеська	59,4±0,39	52,0	66,5	-	-
♂ Наснага	55,0±0,35	48,5	62,0	-	
Краєвид / Щедрість одеська	70,3±1,30	64,5	75,0	5,0	ПНД
Квітка полів / Наснага	67,4±1,79	57,0	74,0	1,0	ЧПД

За визначених мінімальних і максимальних показників висоти рослин батьківських компонентів гібридизації від 48,5 см (Наснага) до 74,0 см (Квітка полів) у гібридів першого покоління відмічені відповідні значення від мінімального 49,0 см (Краєвид / Мулан) до максимального 75,0 см (Краєвид / Щедрість одеська).

Перевищення середнього по гібридах показника (67,4 см) висоти рослин спостерігали у Краєвид / Щедрість одеська за схрещування лісостепового і степового екотипів і Квітка полів / Акратос – лісостепового і західноєвропейського екотипу.

Аналіз показників ступеня фенотипового домінування свідчить, що у трьох із чотирьох створених гібридів успадкування висоти рослин відбувалося за позитивним наддомінуванням ($h_p = 1,4\text{--}5,0$). Часткове позитивне домінування визначили за схрещування лісостепового і степового екотипів у Квітка полів / Наснага ($h_p = 1,0$) (рис. 3).

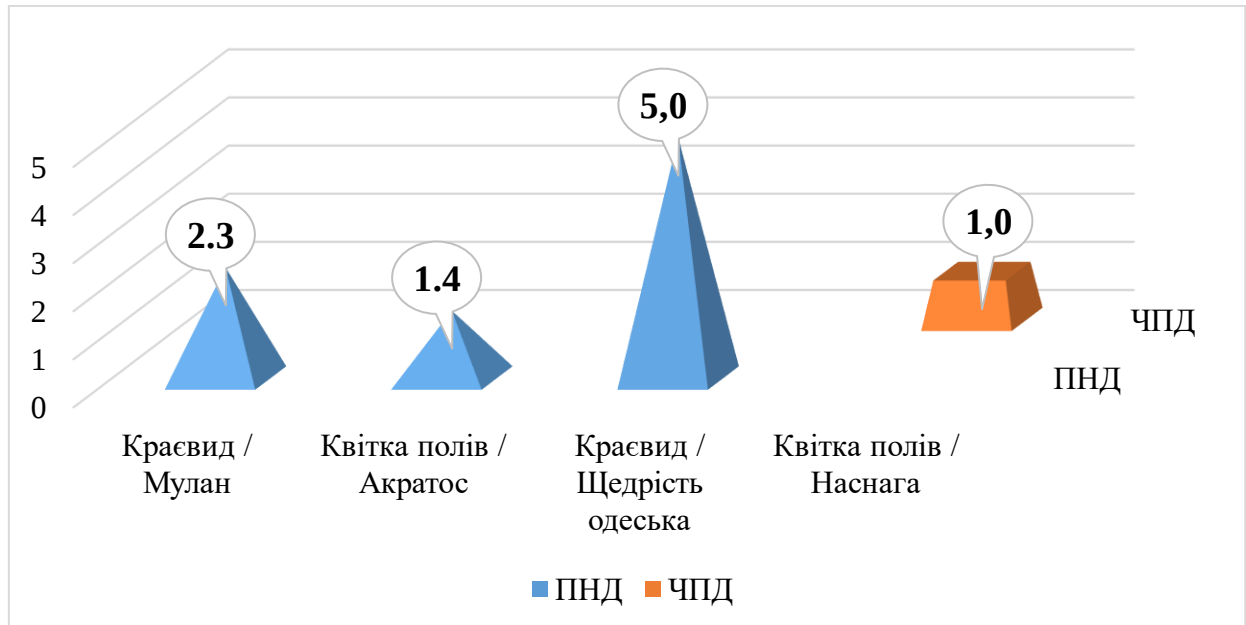


Рисунок 3 – Тип успадкування висоти рослин у F_1 створених схрещуванням лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів

За схрещування місцевих генотипів із сортами різного еколого-географічного розташування сприяє створенню досить високого резерву генотипової мінливості за висотою рослини [74].

Нами встановлено, що у 2025 р. три з чотирьох популяцій F_2 отриманих схрещуванням лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів за крайнім максимальними показниками висоти рослин від 108,5 см (Красвид / Мулан) до 119,5 см (Квітка полів / Наснага) перевищували вихідні батьківські форми (101,0–118,5 см) (табл. 3).

Таблиця 3. Ступінь і частота позитивних трансгресій за висотою рослин в популяцій F₂ отриманих за використання материнської форми лісостепового екотипу (2025 р.)

Популяція F ₂	Висота рослин, см					hр в F ₁	Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			Тс	Тч
	♀	♂	F ₂	Р	F ₂			
♀лісостеповий екотип / ♂ степовий екотип								
Краєвид / Щедрість одеська	83,2	94,5	103,3	101,0	118,0	5,0	16,8	63,3
Квітка полів / Наснага	89,3	104,2	102,4	118,5	119,5	1,0	0,8	40,0
♀ лісостеповий екотип / ♂ західноєвропейський екотип								
Краєвид / Мулан	94,5	99,6	96,3	105,5	108,5	2,3	2,8	46,7

Більшу за середню популяційну (100,7 см) висоту рослин формували комбінації Краєвид / Щедрість одеська (103,3 см) і Квітка полів / Наснага (102,4 см) за крайніх максимальних показників 118,5 і 119,5 см відповідно.

Позитивний ступінь трансгресій за висотою рослин варіював від 0,8 % (Квітка полів / Наснага) до 16,8 % – Краєвид / Щедрість одеська за частоти рекомбінантів 40,0–63,3 % (рис. 4).

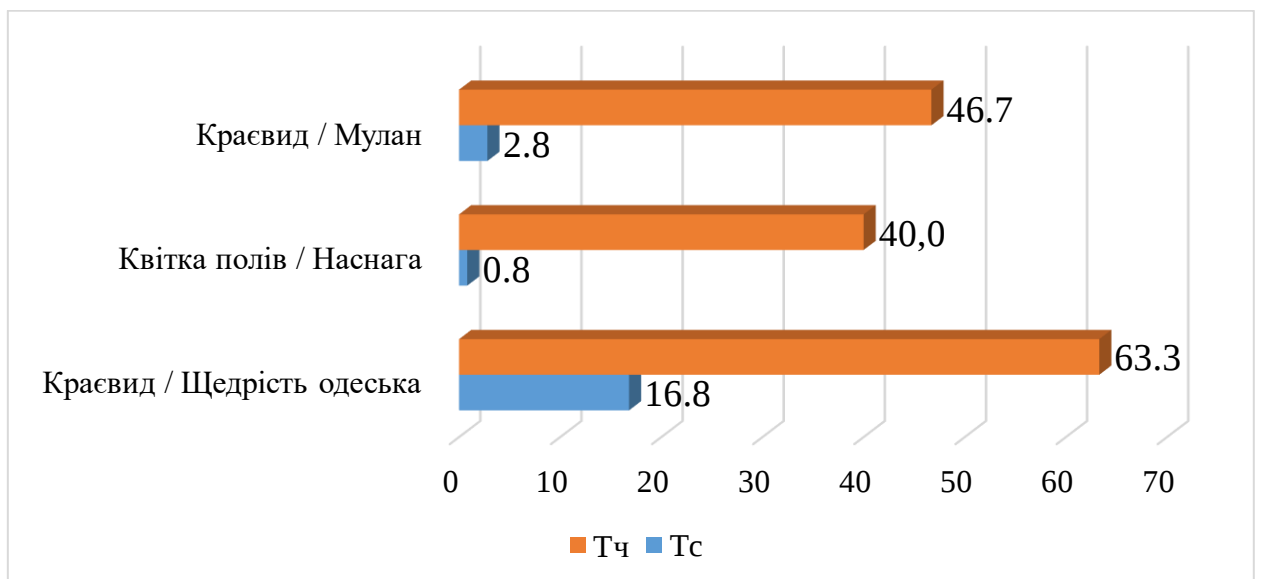


Рисунок 4 – Ступінь та частота позитивних трансгресій за висотою рослин

Виділили популяцію Краєвид / Щедрість одеська за високими показниками ступеня та частоти трансгресій ($T_c = 16,8 \%$; $T_h = 63,3 \%$).

3.2 Довжина головного колоса

Колос є головним органом озимої пшениці, адже саме від кількості колосків і зернової наповненості залежить кінцева врожайність. Оскільки розмір та будова колоса генетично детерміновані, їх фенотиповий прояв слугує важливим критерієм для відбору при селекційній роботі [75].

Проведеними дослідженнями встановлено, що в умовах 2024 р. довжина головного колоса вихідних батьківських форм варіювала в межах від 7,0 см (Щедрість одеська) до 8,3 см (Мулан) (табл. 4).

Таблиця 4. Ступінь фенотипового домінування і тип успадкування за довжиною головного колоса в F_1 отриманих схрещуванням пшениці м'якої озимої різних екотипів, 2024 р.

Батьківські форми та комбінації схрещування	2024 р.				
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, см	Lim, см		hp	Тип успадкування
		min	max		
лісостеповий екотип / західноєвропейський екотип					
♀ Краєвид	7,5±0,05	7,0	8,5	-	-
♂ Мулан	8,3±0,07	7,5	9,5	-	-
♂Квітка полів	7,7±0,07	7,0	9,5	-	-
♂ Акратос	7,9±0,06	7,0	9,0	-	-
Краєвид / Мулан	7,7±0,17	7,0	9,0	-0,6	ЧВУ
Квітка полів / Акратос	8,6±0,27	7,5	10,5	7,1	ПНД
лісостеповий екотип / степовий екотип					
♂Щедрість одеська	7,0±0,08	6,0	8,0	-	-
♂Наснага	7,5±0,07	6,5	8,5	-	-
Краєвид / Щедрість одеська	8,3±0,28	7,5	9,5	4,4	ПНД
Квітка полів / Наснага	8,6±0,25	8,0	10,0	9,8	ПНД

Натомість у гібридів отриманих схрещуванням лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів встановили формування довжини колоса від 7,7 см (Краєвид / Мулан) до 8,6 см (Квітка полів / Акратос, Квітка полів / Наснага).

У сортів, які використовували як батьківські форми гібридизації відмітили формування довжини головного колоса від мінімального показника 6,0 см у Щедрість одеська до максимального 9,5 см у Мулан і Квітка полів.

У гібридів отриманих гібридизацією лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів встановлені значення досліджуваної ознаки від мінімального 7,0 см (Краєвид / Мулан) до максимального 10,5 см (Квітка полів / Акратос).

Встановлено, що три з чотирьох досліджуваних гібридів першого покоління, отримані схрещуванням лісостепового, степового західноєвропейського екотипів при формуванні довжини головного колоса перевищували вихідні батьківські форми. За позитивним наддомінуванням детермінували ознаку Квітка полів / Наснага ($h_r = 9,8$), Квітка полів / Акратос ($h_r = 7,1$), Краєвид / Щедрість одеська ($h_r = 4,4$). У комбінації Краєвид / Мулан встановили часткове від'ємне успадкування – $h_r = -0,6$ (рис. 5).

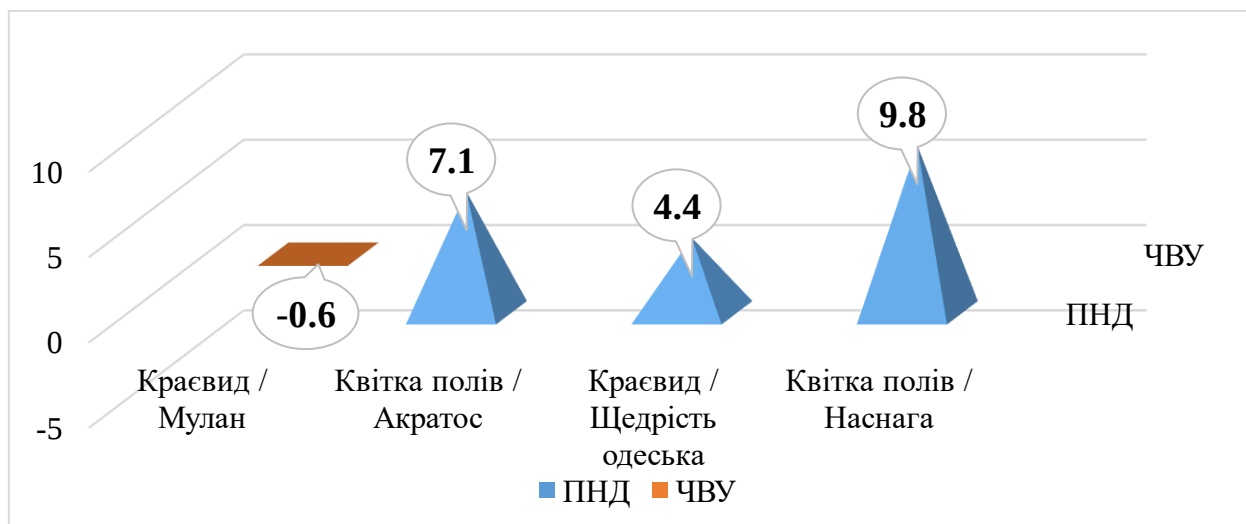


Рисунок 5 – Тип успадкування довжини головного колоса у F₁ створених схрещуванням лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів

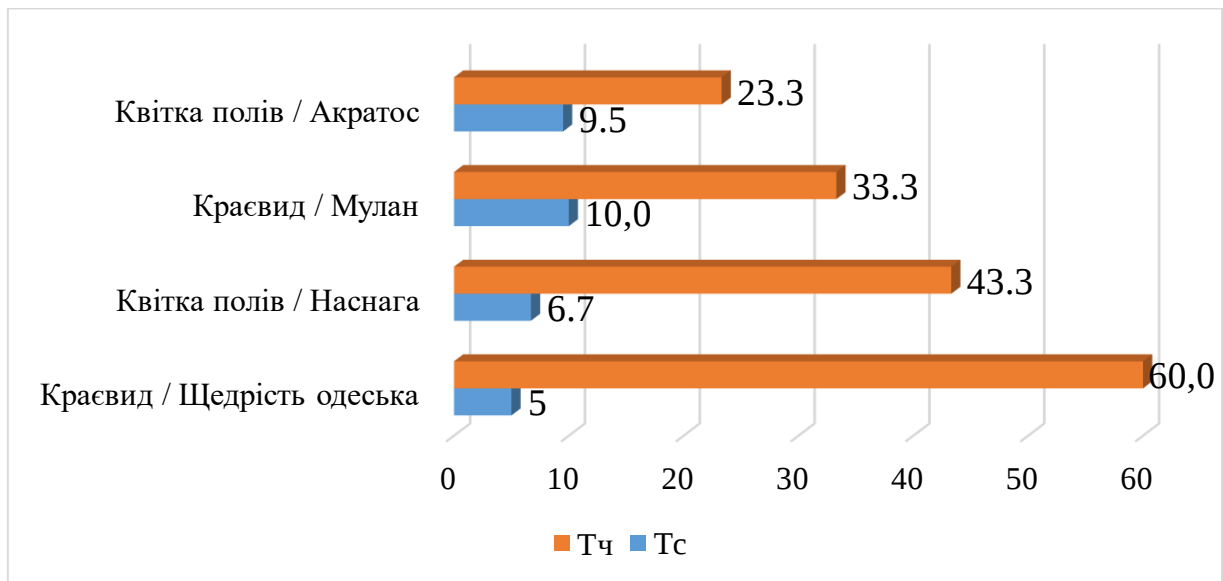
Дослідженнями встановлено, що в 2025 р. за схрещування пшениці м'якої озимої лісостепового, степового західноєвропейського екотипів перевищення над крайніми максимальними показниками довжини головного колоса (10,0–10,5 см) батьківських форм встановили у всіх досліджуваних популяцій F₂. Максимальна довжина головного колоса сформована від 10,5 см (Краєвид / Щедрість одеська) до 11,5 см (Квітка полів / Акратос).

Істотне перевищення над середньою популяційною довжиною колоса (8,8 см) встановили в Квітка полів / Наснага (9,1 см) (табл. 5).

Таблиця 5. Ступінь і частота позитивних трансгресій за довжиною головного колоса в популяцій F₂ отриманих за використання материнської форми лісостепового екотипу, (2025 р.)

Популяція F ₂	Довжина головного колоса, см					hp в F ₁	Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			Тс	Тч
	♀	♂	F ₂	Р	F ₂			
♀ лісостеповий екотип / ♂ степовий екотип								
Краєвид / Щедрість одеська	8,8	7,8	8,8	10,0	10,5	4,4	5,0	60,0
Квітка полів / Наснага	9,3	9,4	9,1	10,5	11,2	9,8	6,7	43,3
♀ лісостеповий екотип / ♂ західноєвропейський екотип								
Краєвид / Мулан	7,8	9,2	8,8	10,0	11,0	-0,6	10,0	33,3
Квітка полів / Акратос	9,4	8,1	8,6	10,5	11,5	7,1	9,5	23,3

За визначених показників ступеня (Тс = 5,0–10,0 %) та частоти (Тч = 23,3–60,0 %) позитивних трансгресій слід виділити популяції F₂ отримані схрещуванням лісостепового і західноєвропейського екотипів – Краєвид / Мулан (Тс = 10,0 %; Тч = 33,3 %), Квітка полів / Акратос (Тс = 9,5 %; Тч = 23,3 %) (рис. 6).



**Рисунок 6 – Ступінь та частота трансгресій за довжиною
головного колоса**

3.3 Кількість колосків у головному колосі

Кількість колосків у головному колосі є важливим показником, що визначає рівень продуктивності пшениці, оскільки істотно впливає на озерненість рослин. Тому цей параметр доцільно використовувати у селекційних дослідженнях [76]. Хоча метеорологічні умови можуть певною мірою впливати на кількість колосків у колосі, дана ознака вважається відносно стабільним елементом структури врожайності, який характеризується незначною мінливістю порівняно з іншими складовими. Відтак, добір за цим показником є досить ефективним [77].

В результаті проведених нами досліджень встановлено, що в умовах 2024 р. батьківські компоненти гібридизації формували кількість колосків головного колоса в межах від 13,7 шт. (Щедрість одеська) до 18,4 шт. (Мулан) (табл. 6).

Таблиця 6. Ступінь фенотипового домінування і тип успадкування за кількістю колосків головного колоса в F₁ отриманих схрещуванням пшениці м'якої озимої різних екотипів, 2024 р.

Батьківські форми та комбінації схрещування	2024 р.				
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, шт.	Lim, шт.		hp	Тип успадкування
		min	max		
лісостеповий екотип / західноєвропейський екотип					
♀ Краєвид	15,7±0,08	15,0	17,0	-	-
♂ Мулан	18,4±0,18	16,0	21,0	-	-
♂ Квітка полів	15,3±0,08	14,0	18,0	-	-
♂ Акратос	17,2±0,12	15,0	19,0	-	-
Краєвид / Мулан	18,0±0,26	17,0	19,0	0,7	ЧПД
Квітка полів / Акратос	18,7±0,24	18,0	20,0	2,6	ПНД
лісостеповий екотип / степовий екотип					
♂ Щедрість одеська	13,7±0,10	13,0	15,0	-	-
♂ Наснага	14,6±0,08	13,0	16,0	-	-
Краєвид / Щедрість одеська	18,0±0,38	17,0	19,0	3,3	ПНД
Квітка полів / Наснага	17,0±0,32	16,0	18,0	6,4	ПНД

Три з чотирьох гібридів, одержаних схрещуванням лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів перевищували вихідні батьківські форми з показниками від 17,0 шт. (Квітка полів / Наснага) до 18,7 шт. (Квітка полів / Акратос).

За максимальним проявом кількості колосків у головному колосі у батьківських форм виділили сорт західноєвропейського екотипу Мулан (21,0 шт.) за визначених максимальних значень (max = 15,0–21,0 шт.).

У досліджуваних гібридів найбільший показник ознаки (20,0 шт.) встановили у Квітка полів / Акратос, за максимальних значень (max = 18,0–20,0 шт.).

У комбінацій схрещування Квітка полів / Наснага, Краєвид / Щедрість одеська, Квітка полів / Акратос, за ступеня фенотипового домінування ($h_r = 2,6-6,4$) успадкування кількості колосків головного колоса відбувалось за позитивним наддомінуванням. У Краєвид / Мулан – частковим позитивним домінуванням ($h_r = 0,7$) (рис. 7).

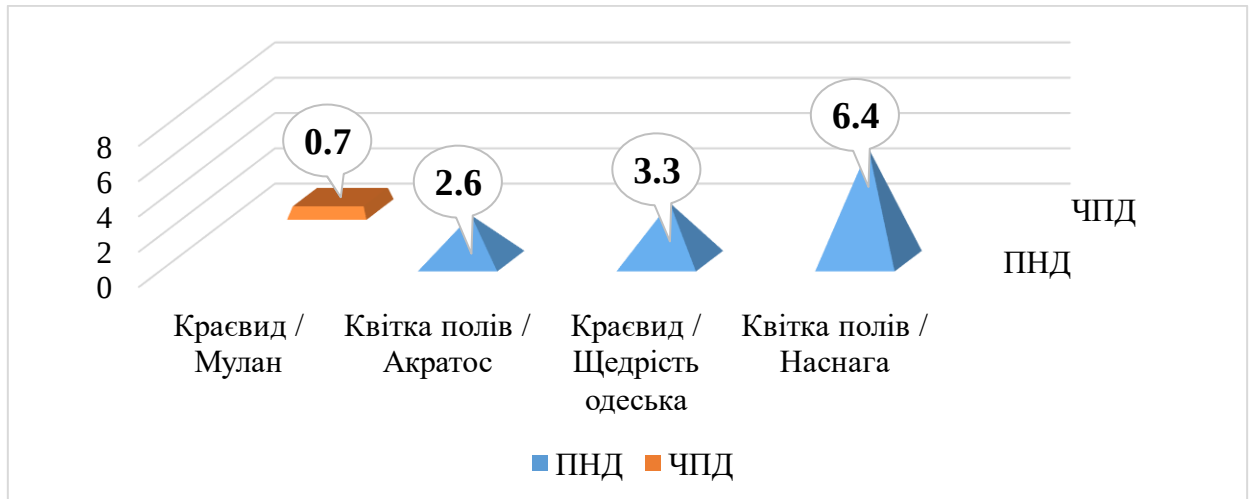


Рисунок 7 – Тип успадкування кількості колосків головного колоса у F_1 створених схрещуванням лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів.

Нами встановлено, що в популяції F_2 одержаних гібридизацією лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів середня кількість колосків головного колоса сформована на рівні 16,6–17,0 шт. Перевищили середню популяційну по F_2 (16,7 шт.) кількість колосків Краєвид / Щедрість одеська і Квітка полів / Акратос за показника 17,0 шт. відповідно.

За максимальної кількості колосків 18,0 шт. і 19,0 шт. у батьківських форм, в популяції другого покоління крайні показники варіювали від 19,0 шт. (Квітка полів / Наснага) до 21,0 шт. (Краєвид / Щедрість одеська) (табл. 7).

Таблиця 7. Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю колосків головного колоса в популяції F₂ отриманих за використання материнської форми лісостепового екотипу, (2025 р.)

Популяція F ₂	Кількість колосків, шт.					hp в F ₁	Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			Tc	Tч
	♀	♂	F ₂	P	F ₂			
♀ лісостеповий екотип / ♂ степовий екотип								
Краєвид / Щедрість одеська	17,0	15,2	17,0	19,0	21,0	3,3	10,5	36,7
Квітка полів / Наснага	16,9	17,4	16,6	18,0	19,0	6,4	5,6	16,7
♀ лісостеповий екотип / ♂ західноєвропейський екотип								
Квітка полів / Акратос	17,4	16,4	17,0	18,0	20,0	2,6	11,1	53,3

За визначених показників ступеня (Тс = 5,6–11,1 %) та частоти позитивних трансгресій (Тч = 16,7–53,3 %) виділили популяції отримані схрещуванням лісостепового і західноєвропейського екотипу Квітка полів / Акратос (Тс = 11,1 %; Тч = 53,3 %) та Краєвид / Щедрість одеська (Тс = 10,5 %; Тч = 36,7 %) – лісостепового і степового екотипу (рис. 8).

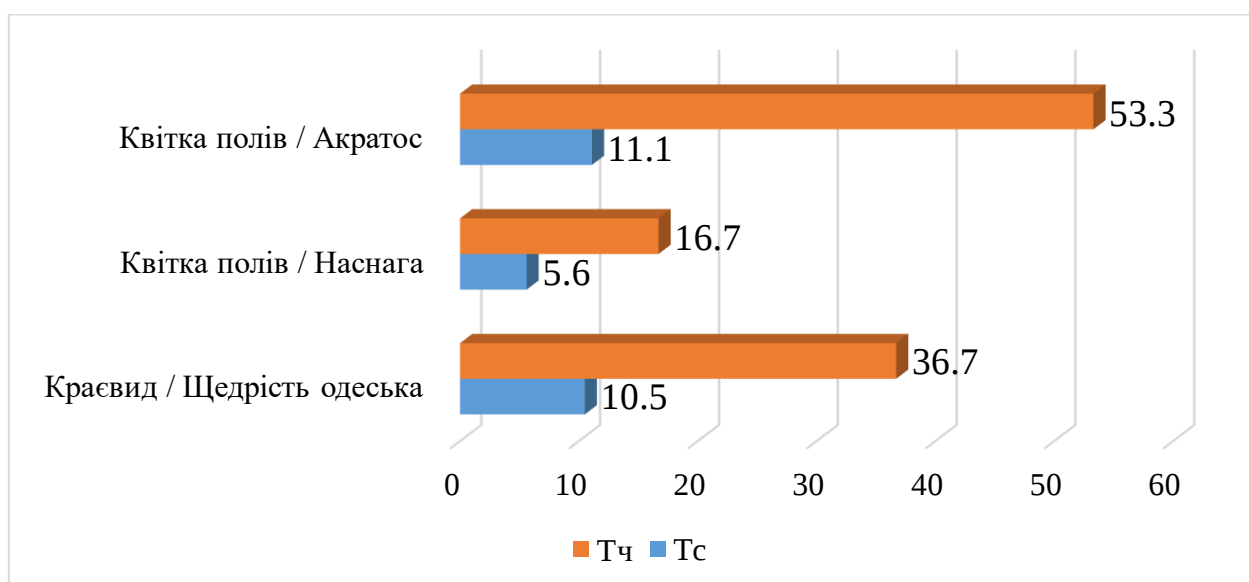


Рисунок 8 – Ступінь та частота позитивних трансгресій за кількістю колосків головного колоса

3.4 Кількість зерен із головного колоса

Кількість зерен у головному колосі є важливою маркерною ознакою, що має тісний зв'язок із продуктивністю, характеризується високою спадковістю та мінімальною залежністю від умов зовнішнього середовища. Встановлено, що тип успадкування цієї ознаки впливає на прояв трансгресивної мінливості [78]. За результатами досліджень А. П. Орлюка, наявність гетерозисного ефекту у гібридів F_1 і популяцій F_2 зумовлює появу позитивних трансгресій зі ступенем 15–20 % і частотою 16,2–20,5 % [79].

В умовах 2024 року у батьківських компонентів гібридизації визначили варіювання кількості зерен головного колоса від 33,2 шт. у сорту Щедрість одеська до 54,4 шт. – Акратос. У більшості гібридів, отриманих від схрещування лісостепового, степового та західноєвропейського екотипів, встановили перевищення над вихідними формами від 50,5 шт. зерен (Квітка полів / Наснага) до 56,5 шт. зерен (Краєвид / Щедрість одеська) (табл. 8).

За визначених мінімальних і максимальних показників при формуванні кількості зерен у батьківських форм ($\min = 20,0$ – $39,0$; $\max = 49,0$ – $74,0$) виділили сорт західноєвропейського екотипу Акратос (74,0 шт.). У гібридів створених на їх основі за ($\min = 40,0$ – $49,0$; $\max = 60,0$ – $82,0$) виділили комбінацію Квітка полів / Акратос (82,0 шт.) отриману схрещуванням лісостепового і західноєвропейського екотипів.

Таблиця 8. Ступінь фенотипового домінування і тип успадкування за кількістю зерен головного колоса в F₁ отриманих схрещуванням пшениці м'якої озимої різних екотипів, 2024 р.

Батьківські форми та комбінації схрещування	2024 р.				
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, шт.	Lim, шт.		hp	Тип успадкування
		min	max		
лісостеповий екотип / західноєвропейський екотип					
♀ Краєвид	50,3±0,68	39,0	70,0	-	-
♂ Мулан	45,5±0,95	31,0	65,0	-	-
♂ Квітка полів	39,8±0,68	31,0	55,0	-	-
♂ Акратос	54,4±1,14	26,0	74,0		-
Краєвид / Мулан	52,9±1,78	44,0	66,0	2,1	ПНД
Квітка полів / Акратос	53,8±3,06	40,0	82,0	0,9	ЧПД
лісостеповий екотип / степовий екотип					
♂ Щедрість одеська	33,2±0,81	20,0	53,0	-	-
♂ Наснага	36,9±0,58	22,0	49,0	-	-
Краєвид / Щедрість одеська	56,5±2,03	49,0	64,0	1,7	ПНД
Квітка полів / Наснага	50,5±2,35	41,0	60,0	3,3	ПНД

За показника ступеня фенотипового домінування ($hp = 1,7-3,3$) у Квітка полів / Наснага, Краєвид / Мулан і Краєвид / Щедрість одеська успадкування при формуванні кількості зерен головного колоса відбувалося за позитивним наддомінуванням, а у Квітка полів / Акратос – частковим позитивним домінуванням ($hp = 0,9$) (рис. 9).

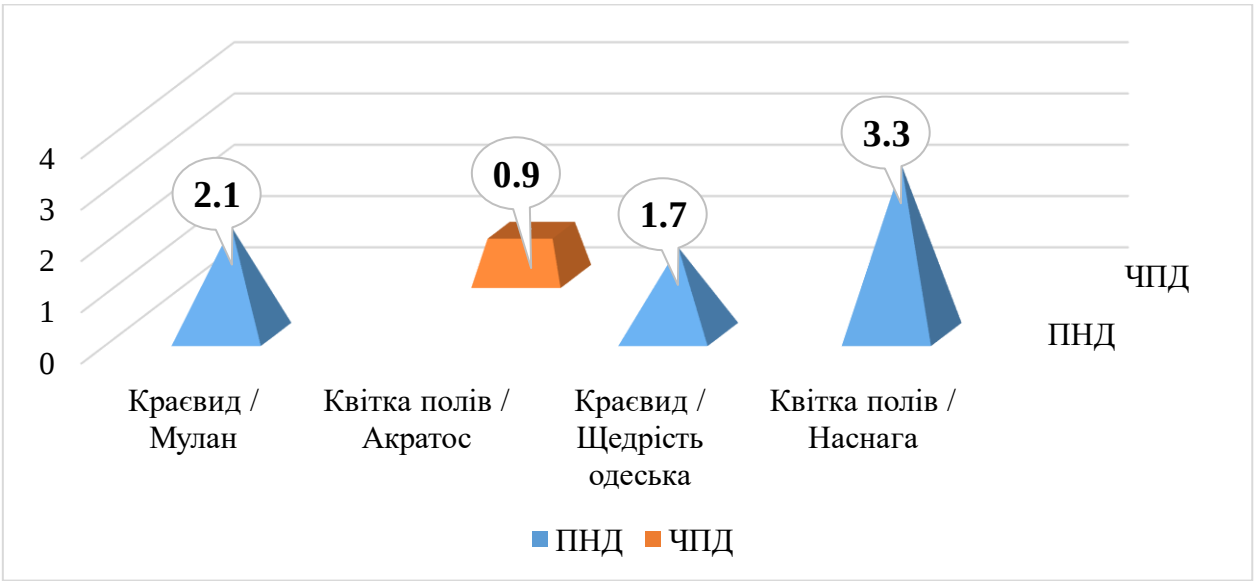


Рисунок 9 – Тип успадкування кількості зерен головного колоса у F₁ створених схрещуванням лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів

У 2025 р. за кількістю зерен у головному колосі у популяції F₂ отриманих гібридизацією лісостепового, степового західноєвропейського екотипів встановили максимальні значення від 63,0 шт. (Квітка полів / Акратос) до 64,0 шт. (Краєвид / Мулан) з перевищенням над відповідними показниками батьківських форм – 57,0 шт. і 58,0 шт. (табл. 9).

Таблиця 9. Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю зерен головного колоса в популяції F₂, отриманих за використання материнської форми лісостепового екотипу, (2025 р.)

Популяція F ₂	Кількість зерен, шт.					hр в F ₁	Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			T _c	T _ч
	♀	♂	F ₂	P	F ₂			
♀ лісостеповий екотип / ♂ західноєвропейський екотип								
Краєвид / Мулан	47,8	44,2	51,8	58,0	64,0	2,1	10,3	70,0
Квітка полів / Акратос	43,0	45,6	51,6	57,0	63,0	0,9	10,5	68,4

Лише в двох гібридних популяцій визначені позитивні трансгресії за кількістю зерен головного колоса (рис. 10), в яких визначили високі показники як ступеня, так і частоти трансгресивних рекомбінантів: Краєвид / Мулан ($T_c = 10,3 \%$; $T_h = 70,0 \%$), Квітка полів / Акратос ($T_c = 10,5 \%$; $T_h = 68,4 \%$) (рис. 10).

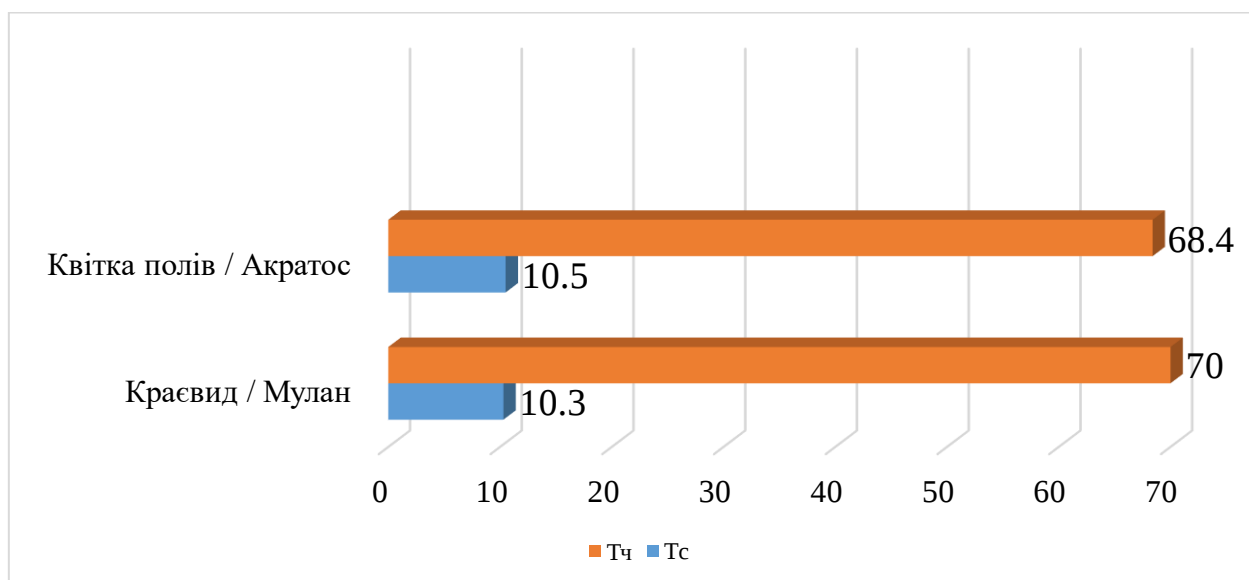


Рисунок 10 – Ступінь та частота позитивних трансгресій за кількістю зерен головного колоса

3.5 Маса зерна головного колоса

Одним із ключових елементів структури врожайності, за яким здійснюють індивідуальні добори як у селекційній практиці, так і в насінництві, є маса зерна з головного колоса. Цей показник комплексно відображає як кількість колосків у колосі, так і масу зерна в ньому [80].

Нами встановлено, що маса зерна головного колоса батьківських форм у 2024 р. була сформована від 1,38 г (Щедрість одеська) до 2,07 г (Акратос). Гібриди отримані схрещуванням лісостепового, степового і західноєвропейського екотипу перевищували вихідні батьківські компоненти

за визначеного показника маси зерна від 2,50 г (Квітка полів / Акратос) до 2,86 г (Краєвид / Щедрість одеська) (табл. 10).

Таблиця 10. Ступінь фенотипового домінування і тип успадкування за масою зерна головного колоса в F₁ отриманих схрещуванням пшениці м'якої озимої лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів, 2024 р.

Батьківські форми та комбінації схрещування	2024 р.				
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, г	Lim, г		hp	Тип успадкування
		min	max		
лісостеповий екотип / західноєвропейський екотип					
♀ Краєвид	2,06±0,04	1,39	2,86	-	-
♂ Мулан	1,72±0,04	1,04	2,65	-	-
♂ Квітка полів	1,66±0,03	1,21	2,83	-	-
♂ Акратос	2,07±0,05	1,18	2,74	-	-
Краєвид / Мулан	2,51±0,12	2,00	3,31	3,3	ПНД
Квітка полів / Акратос	2,50±0,16	1,39	3,33	3,2	ПНД
лісостеповий екотип / степовий екотип					
♂ Щедрість одеська	1,38±0,04	0,64	2,25	-	-
♂ Наснага	1,42±0,02	0,87	2,06	-	-
Краєвид / Щедрість одеська	2,86±0,16	2,35	3,60	3,2	ПНД
Квітка полів / Наснага	2,64±0,13	2,17	3,29	9,2	ПНД

За достовірним перевищенням середньої по F₁ маси зерна головного колоса (2,63 г) виділили комбінацію отриману схрещуванням лісостепового екотипу з степовим – Краєвид / Щедрість одеська (2,86 г).

Всі гібриди отримані гібридизацією лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів успадковували масу зерна з головного колоса за позитивним наддомінуванням про що свідчать визначені показники ступеня фенотипового домінування (hp = 3,2–9,2) (рис. 11).

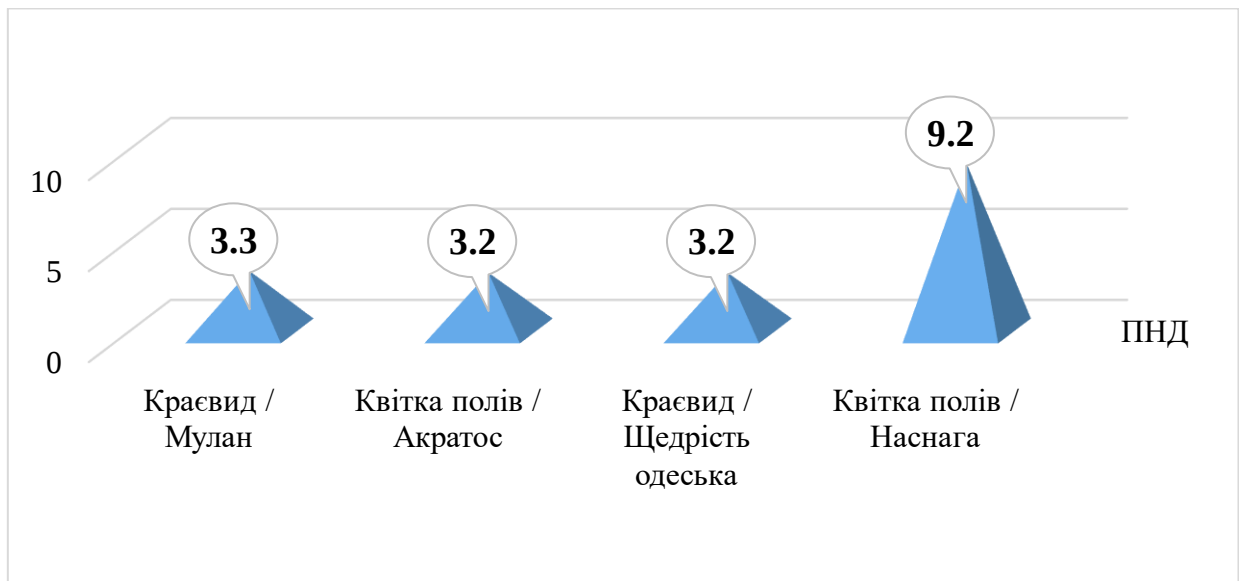


Рисунок 11 – Тип успадкування маси зерна головного колоса у F_1 створених схрещуванням лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів

Дослідженнями встановлено, що у трьох з чотирьох популяцій F_2 , створених за участі сортів пшениці м'якої озимої лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів середня маса зерна змінювалась від 2,32 г (Квітка полів / Наснага) до 2,59 г (Квітка полів / Акратос) за показників у вихідних форм 2,08–2,21 г (табл. 11).

Таблиця 11. Ступінь і частота позитивних трансгресій за масою зерна головного колоса в популяцій F_2 отриманих за використання материнської форми лісостепового екотипу, (2025 р.)

Популяція F ₂	Маса зерна, г					hр в F ₁	Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			Tс	Tч
	♀	♂	F ₂	P	F ₂			
♀ лісостеповий екотип / ♂ степовий екотип								
Квітка полів / Наснага	2,16	2,19	2,32	2,94	3,31	9,2	12,6	60,0
♀ лісостеповий екотип / ♂ західноєвропейський екотип								
Краєвид / Мулан	2,21	2,11	2,58	2,91	3,22	3,3	10,7	80,0
Квітка полів / Акратос	2,19	2,08	2,59	2,94	3,33	3,2	13,3	83,2

Максимальний прояв маси зерна у досліджуваних популяцій встановлено від 3,22 г (Краєвид / Мулан) до 3,33 г (Квітка полів / Акратос), а в батьківських форм 2,91–2,94 г.

У трьох популяцій другого покоління визначили показники трансгресивної мінливості за масою зерна головного колоса за визначеного ступеня ($T_c = 107\text{--}13,3\%$) та частоти рекомбінантів ($T_{ch} = 60,0\text{--}83,2\%$) (рис.12).

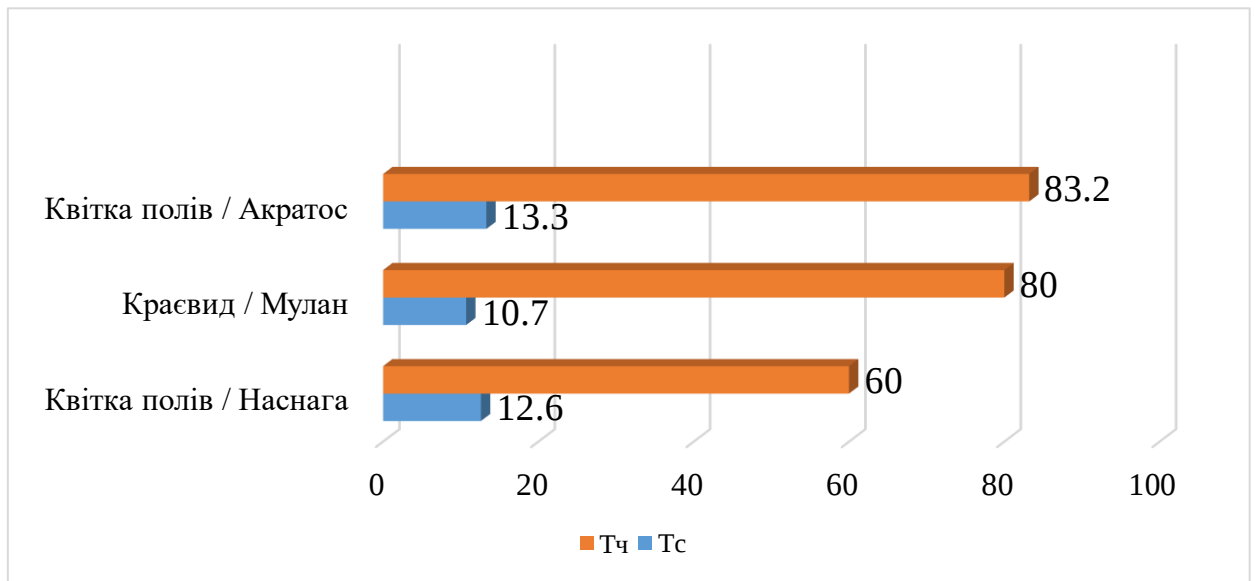


Рисунок 12 – Ступінь та частота позитивних трансгресій за масою зерна головного колоса

За високими показниками виділили Квітка полів / Акратос ($T_c = 13,3\%$; $T_{ch} = 83,2\%$), Квітка полів / Наснага ($T_c = 12,6\%$; $T_{ch} = 60,0\%$), дещо менші – Краєвид / Мулан ($T_c = 10,7\%$; $T_{ch} = 80,0\%$).

ВИСНОВКИ

1. У результаті досліджень встановлено вплив батьківських компонентів гібридизації та метеорологічних умов на ступінь фенотипового домінування та тип успадкування за такими ознаками, як: висота рослин – $h_p = 1,0-5,0$; довжина головного колоса – $h_p = -0,6-9,8$; кількість колосків головного колоса – $h_p = 0,7-6,4$; кількість зерен головного колоса – $h_p = 0,9-3,3$; маса зерна головного колоса – $h_p = 3,2-9,2$.

2. За схрещування пшениці м'якої озимої лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів у більшості комбінацій успадкування ознак відбувалося за позитивним наддомінуванням, а саме: у 75,0 % гібридів, за ступеня фенотипового домінування ($h_p = 1,4-5,0$) за висотою рослин; 75 % ($h_p = 4,4-9,8$) – довжиною головного колоса; 75,0 % ($h_p = 2,6-6,4$) – кількістю колосків головного колоса; 75,0 % ($h_p = 1,7-3,3$) – кількістю зерен головного колоса; у всіх досліджуваних гібридів ($h_p = 3,2-9,2$) за масою зерна головного колоса.

Успадкування висоти рослин, кількості колосків і кількості зерен у головному колосі у 25 % гібридів F_1 відбувалось за частковим позитивним, а за довжиною головного колоса – частковим від'ємним успадкуванням

3. У гібридних популяцій F_2 отриманих схрещуванням лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів визначили позитивний ступінь за частоту рекомбінантів: за довжиною колоса у всіх досліджуваних популяцій ($T_c = 5,0-10,0$ %; $T_{ch} = 23,3-60,0$ %); у 75 % ($T_c = 5,6-11,1$ %; $T_{ch} = 16,7-53,3$ %) – кількістю колосків головного колоса; 50 % ($T_c = 10,3-10,5$ %; $T_{ch} = 68,4-70,0$ %) – кількістю зерен головного колоса; 75 % ($T_c = 10,5-13,3$ %; $T_{ch} = 60,0-83,2$ %) – масою зерна головного колоса.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ РОБОТИ

Для створення нового різноманітного вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої, що характеризується цінними господарськими ознаками, рекомендуємо залучати до гібридизації сорти різного еколого географічного походження залучаючи до гібридизації сорти що належать до лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельник А.В., Собко М.Г., Дубовик О.О. 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.
2. Оничко Т.О., Собко М.Г. Особливості формування продуктивності та якості зерна сучасних сортів пшениці озимої. *Вісник Сумського національного аграрного університету*, 2015. випуск 3 (29). С. 30–35.
3. 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.
4. Онегіна В. М., Антощенко В. В. Основи глобальної продовольчої безпеки. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*. 2022. № 1. С. 140–149.
5. 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.
6. Jaskulska I., Jaskulski D., Gałęzewski L., Knapowski T., Kozera W., Waclawowicz R. Mineral composition and baking value of the winter wheat grain under varied environmental and agronomic conditions. *Journal of Chemistry*. 2018. № 1. P. 1–7.
7. Близнюк Б. В., Демидов О. А., Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Пикало С. В. Вплив екологічних чинників на формування якості зерна пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) сортів миронівської селекції. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 3. 63–72.

8. Захарчук О. В., Ткачик С. О., Завальнюк О. І. Формування сортових рослинних ресурсів та їх роль для розвитку насінництва. *Економіка АПК*. 2020. № 7. С. 39–53.
9. Липчук В. В., Малаховський Д. В. Сортів ресурси зернових культур в Україні: стан та проблеми розвитку. *Інноваційна економіка*. 2015. № 1. С. 12–17.
10. Домарацький Є. О., Базалій В. В., Ларченко О. В. Сучасний сортовий склад пшениці м'якої озимої та параметри його екологічної стійкості за різних умов вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 104. С. 9–15.
11. Самойлик М. О., Лозінський М. В. Особливості успадкування в F_1 і трансгресивна мінливість в популяції F_2 маси зерна з головного колоса за схрещування пшениці м'якої озимої різних екотипів. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 154–161.
12. Васильківський С. П., Гудзенко В. М. Комбінаційна здатність, успадкування та трансгресивна мінливість у гібридів ячменю ярого за масою зерна з рослини. *Агробіологія*. 2013. № 10. С. 166–170.
13. Завірюха П., Юхно О., Костюк Б. Порівняльне вивчення нових сортів пшениці озимої української селекції за господарсько цінними ознаками в умовах західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Сер: Агрономія. 2013. №17(2). С. 239–250.
14. Колючий В.Т. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України. за ред. В.Т. Колючого, В.А. Власенка, Г.Ю. Борсука. К. : Аграрна наука, 2007. 800 с.
15. Зубець М. В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ : Аграрна наука, 2004. 844 с.
16. 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. № 16. С. 92–96.

17. Лозінський М.В. та ін. Вплив тривалості осінньої вегетації на врожайність зерна пшениці м'якої озимої в Лісостепу України. Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали VI всеукраїнської науковопрактичної конференції. Умань, 2021. С. 120–122.

18. Діордієва І.П., Тулій П.В. Артаплот: новий високопродуктивний сорт пшениці м'якої озимої. Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали VI всеукраїнської науково-практичної конференції. Умань, 2021. С. 57–59.

19. Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В., Дубова О.А. Куцистість пшениці озимої різного еколого географічного походження та її зв'язок з елементами продуктивності. *Агробіологія: збірник наукових праць*. Біла Церква. 2013. № 10 (100). С. 142–147.

20. Моргун, В. В., Рибалка, О. І., Дубровна, О. В. Генетичне поліпшення рослин: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. № 53(2), С. 112–127.

21. Raza A., Imtiaz M., Mohammad W. Wheat Root Selections for Sustainable Production. In: Lichtfouse E. (eds). *Sustainable Agriculture Reviews*. 2015. Vol. 18. P. 295–315.

22. Reynolds M., Foulkes J., Furbank R., Griffiths S., King J., Murchie E., & Slafer G. Achieving yield gains in wheat. *Plant, cell & environment*. 2012. № 35(10). P. 1799–1823.

23. Crespo-Herrera L. A., Crossa J., Huerta-Espino J., Autrique E., Mondal S., Velu G., Vargas M., Braun H., & Singh R. Genetic yield gains in CIMMYT's international elite spring wheat yield trials by modeling the genotype x environment interaction *Crop Sci*. 2017. № 57. P. 789–801.

24. Crespo-Herrera L. A., Crossa J., Huerta-Espino J., Vargas M., Mondal S., Velu G., Payne T. S., Braun H., & Singh R. P. Genetic gains for grain yield in CIMMYT's semi-arid wheat yield trials grown in suboptimal environments *Crop Science*. 2018. № 58. P. 1890–1898.

25. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив / Г. М. Господаренко. – М.: ЗАТ НІЧЛАВА, 2002. – 344 с.
26. Костецька, К. В., Герасимчук, О. П., Соловей, В. О. Борошномельні властивості зерна пшениці м'якої озимої залежно від сорту. *Продовольчі ресурси*, 12(23), 2024. С. 85–90.
27. Герасимчук О. П., Костецька К. В. Формування технологічних властивостей зерна пшениці озимої за внесення різних доз та термінів елементів азотного живлення. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 64–68. <http://10.31395/2310-0478-2022-1-64-69>.
28. Герасимчук О. П., Костецька К. В., Чернега А. О. Сортова продуктивність і якість зерна пшениці м'якої ярої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1, С. 58–63. <http://10.31395/2310-0478-2022-1-58-63>
29. Yadav R., Gupta S., Gaikwad K. B., Bainsla N. K., Kumar M., Babu P., Ansari R., Dhar N., Dharmateja P., Prasad R. Genetic Gain in Yield and Associated Changes in Agronomic Traits in Wheat Cultivars Developed Between 1900 and 2016 for Irrigated Ecosystems of Northwestern Plain Zone of India. *Front. Frontiers in plant science*. 2021. Vol. 12. e719394.
30. Овсяк 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*, 25 лютого, 2021 р. Дніпро, 2021. С. 227–229.
31. Воленчук 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*, 25 лютого, 2021 р. Дніпро, 2021. С. 490–492.

32. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. № 8. С. 1–6.
33. Моргун В. В. Україні є всі об'єктивні передумови найближчими роками стати продовольчою столицею світу. *Зерно і хліб*. 2013. № 4. С. 6–8.
34. Кириченко В. В. Формування сортової структури зернових колосових культур за агроекологічним принципом. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 4. С. 26–28.
35. Лифенко С. П., Ериняк М. І., Нарган Т. П., Наконечний М. Ю. Нові сорти озимої м'якої пшениці інтенсивного типу для степової та лісостепової зон, особливості їх агротехніки та насінництва. *Посібник укр. хлібороба*. К., 2010. С. 243–245.
36. Уліч Л. І., Лісікова В.М. Сорти пшениці озимої для інтенсивних технологій. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 3. С. 103–108.
37. Литовченко О. А., 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*. Вип.3. Миколаїв, 2017. С. 101–110.
38. Zhu, Z., Hao, Y., Mergoum, M., Bai, G., Humphreys, G., Cloutier, S., et al. (2019). Breeding wheat for resistance to Fusarium head blight in the Global North: China, USA, and Canada. *Crop J.*, 7, 730–738. doi: 10.1016/j.cj.2019.06.003
39. Wulff, B. B. H., Jones, J. D. G. Breeding a fungal gene into wheat. *Science*, 2020. 368, 822–823. doi: 10.1126/science.311.5769.1843b
40. Xu, X., Bai, G., Carver, B. F., Shaner, G. E., Hunger, R. M. Molecular characterization of slow leaf-rusting resistance in wheat. *Crop Sci.* 2005. 45, 758–765. doi: 10.2135/cropsci2005.0758
41. Osmachko, O. M., Bakumenko, O. M., Vlasenko, V. A. Creation of bread winter wheat initial material of leaf diseases resistance in the conditions north-east Foreststeppe: Monograph, Sumy, 2020. 214.

42. Bakumenko, O. M., Vlasenko, V. A. Effects of wheat-rye translocations on the combinatorial ability of winter wheat varieties Selection and seed production, 2018, 113.

43. Василюк П. М. Еколого-адаптивний підхід до реалізації потенціалу продуктивності пшениці м'якої озимої. *Зб. наук. праць Уманського НУС*. 2012. Ч. 1. (Агрономія), Вип. 80. С. 15–21.

44. Тригуб О. В. Основні напрями та результати вивчення колекційного матеріалу гречки. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 25 річчю Національного ген банку рослин України, 4–7 липня 2016 р. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. С. 90–91.

45. Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Кириленко В. В., Вологдіна Г. Б. Успадкування елементів продуктивності та їх трансгресивна мінливість у гібридів пшениці м'якої озимої, створених схрещуванням сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій. *Миронівський вісник*. 2018. № 7. С. 26–38.

46. Власенко В. А., Бакуменко О. М. Генетична оцінка елементів продуктивності гібридів F_1 , F_2 пшениці м'якої озимої, створених за участі носіїв інтрогресованих компонентів. *Миронівський вісник*. 2017. № 4. С. 88–101.

47. Базалій В., Домарацький Е., Бойчук І., Тетерук О., Козлова О., Базалій Г. Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 87–93.

48. Самойлик М. О., Лозінський М. В. Особливості успадкування в F_1 і трансгресивна мінливість у популяцій F_2 маси зерна з головного колоса за схрещування пшениці м'якої озимої різних екотипів. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 154–161.

49. Литвиненко М. А. Реалізація потенціалу пшеничного поля. *Насінництво*. 2011. № 6. С. 1–7.

50. Статистичний збірник 2011. Рослинництво України / За ред. Н. С. Прокопенко. К.: Держ. служба статистики України, 2012. 108 с.

51. Приседський, Ю. Г., Лихолат, Ю. В. Адаптація рослин до антропогенних чинників (підручник для студентів спеціальностей біологія, екологія та середня освіта вищих навчальних. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017.

52. Гудзь Ю. В., Лавриненко Ю. А. Теорія і практика адаптивної селекції. Херсон: Борисфен-поліграфсервіс. 1997.

53. Rustamov Kh. N. The adaptive value of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in rainfed conditions in Azerbaijan. Belgorod State University *Scientific Bulletin*. 2015. Vol. 15(212). P. 22–28.

54. Akparov Z. I., Rustamov Kh. N., Jahangirov A. A., Hamidov H. N., Babayeva S. M., Abbasov M. A. Study of aborigine and breeding varieties of durum wheat (*T. durum* Desf.) of Azerbaijan. Journal of Qafqaz University (Chemistry and biology). 2015. Vol. 3(2). P. 120–124.

55. Elias E. M., Manthey F. A. Registration of «Joppa» Durum Wheat. Journal of Plant Registrations. 2016. Vol. 10. P. 139–144.

56. Бараболя О. В., Доронін С. М. Вплив погодних умов і систем удобрення на урожайність пшениці озимої. Scientific Progress Innovations, 2023. 26(1), pp. 24–30. doi:10.31210/spi2023.26.01.04

57. Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В., Горб О. О., Чайка Т. О. Посухи в контексті змін клімату України. Вісник *Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 139–146. DOI: 10.31210/visnyk2019.01.18

58. Hellemans T., Landschoot S., Dewitte K., Van Bockstaele F., Vermeir P., Eeckhout M., Haesaert G. Impact of crop husbandry practices and environmental conditions on wheat composition and quality: A Review. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2018. Vol. 66. P. 2491–2509. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b05450

59. Arora N. K. Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. Lucknow: Springer, 2019. DOI: 10.1007/s42398-019-00078-w

60. Pirysh A. V., Yurchenko T. V., Hudzenko V. M., Demydov O. A., Kovalyshyna H. M., Humeniuk O. V., Kyrylenko V. V. Features of modern winter wheat varieties in terms of winter hardiness components under conditions of Ukrainian Forest-Steppe. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. Vol. 12 (1). P. 153–159. DOI: 10.15421/022123

61. Корецький О.Є. Вплив бобових попередників на врожайність пшениці озимої в коротко-ротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу. Матеріали наук.-практич. конф. молодих вчених та спеціалістів. Чабани, 2009. С. 10.

62. Рудник-Іващенко О. І. Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, 2012. № 2. С. 8–10.

63. Мазільніков Г. В., Хамула О. П., Фоманюк, В. А. Особливості масової оцінки селекційного матеріалу пшениці озимої на зимостійкість і посухостійкість. *Plant varieties studying and protection*. 2006. №4. С. 87–93.

64. Цицюра Я. Г., Поліщук М. І., Броннікова Л. Ф. Ґрунтознавство з основами геології. Частина II. Генезис, класифікація та властивості ґрунтів: навчальний посібник. ТОВ «Друк плюс», 2020. 676 с.

65. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. № 35. P. 303–321.

67. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. Vol. 39. № 3. P. 345–358.

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

69. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Бузинний М. В. Білоцерківські сорти пшениці м'якої озимої. Біологічні, апробаційні ознаки та особливості сортової агротехніки. Біла Церква, 2018. 40 с.

70. Каталог сортів і гібридів селекційно-генетичного інституту – національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. Одеса : Астропринт. 2017. 186 с. <https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u167/katalogsgi.pdf>

71. Аграрії разом: перелік сортів культура пшениця озима. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-varieties-catalog/pshenicya-ozima>
72. Рибалка О. І., Поліщук С. С., Моргун Б. В. Генетичні основи створення толерантних до посухи сортів злакових культур. *Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети*: матеріали міжнар. наук. конф. (м. Одеса, 5 травня 2021 р.), Одеса: СГІ – НЦНС, 2021. С. 26–31.
73. Орлюк А. П., Колеснікова Н. Д. Мінливість висоти рослин озимої пшениці у нащадків в різноспрямованих доборів. *Сучасні проблеми генетики, біотехнології і селекції рослин*. 2001. С. 231.
74. Жупина А. Ю., Базалій Г. Г., Усик Л. О., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О. Успадкування висоти рослин гібридами пшениці озимої різного еколого генетичного походження в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2021. № 10. С. 122–129.
75. Самойлик М. О., Лозінський М. В. Успадкування довжини головного колоса гібридами пшениці м'якої озимої отриманих за схрещування різних екотипів. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 188–195.
76. Лозінський М. В. Кореляційні взаємозв'язки між елементами продуктивності головного колосу у гібридів F_{1-2} пшениці м'якої озимої, отриманих від схрещування різних екотипів. *«Професор С. Л. Франкфурт (1866–1954) – видатний вчений-агробіолог, один із дієвих організаторів академічної науки в Україні» (до 150-річчя від дня народження)*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., (м. Київ, 18 лист. 2016 р.), Київ. 2016. С. 77–78.
77. Устинова Г. Л. Трансгресивна мінливість за кількістю колосків головного колосу в популяціях F_2 за гібридизації різностиглих сортів пшениці м'якої озимої. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 99(1). С. 189–206.
78. Коломієць Л. А. Використання вихідного матеріалу в селекції озимої пшениці на підвищення її адаптивного потенціалу в умовах Лісостепу України. *Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація,*

інвентаризація, збереження, використання: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції 2005. С. 124–125.

79. Орлюк А. П. Трансгресивна мінливість та її використання у селекції пшениці. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: У 4 т./ Ред. кол. В.В. Моргун (голова ред.) та ін. К. : Логос, 2001.Т. 2. С. 454–458.

80. Лозінська Т. П. Формування елементів продуктивності нових сортів пшениці м'якої ярої в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2013. Вип. 10 (100). С. 22–25.

ДОДАТКИ

Додаток А1

Середньодобова температура повітря (°C) по декадах

Місяць, декада		2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	Середня багаторічна
Січень	I	1,8	-1,1	-2,5	2,4	-5,3
	II	-3,5	0,6	-3,6	0,1	-6,7
	III	-2,6	-1,5	-0,5	3,5	-5,7
Лютий	I	-0,1	-3,9	2,5	-2,3	-4,6
	II	2,2	1,1	2,3	-5,6	-4,7
	III	3,1	1,0	5,3	-3,6	-4,0
Березень	I	-1,0	2,1	2,4	6,3	-2,0
	II	-0,9	3,6	2,2	6,2	-0,3
	III	7,0	7,8	8,3	7,8	3,1
Квітень	I	7,0	7,2	14,1	4,8	7,0
	II	6,5	8,9	11,6	11,4	7,8
	III	10,8	10,0	11,5	14,4	10,4
Травень	I	12,8	10,6	14,8	11,6	13,5
	II	14,9	16,0	12,9	10,6	15,3
	III	15,6	17,4	19,4	16,7	15,8
Червень	I	20,4	18,0	21,3	21,4	17,3
	II	20,6	19,0	20,0	17,4	17,4
	III	21,3	20,1	21,2	17,7	18,7
Липень	I	21,8	21,0	22,5	22,7	18,5
	II	17,6	20,9	26,5	20,6	19,4
	III	21,3	19,9	21,4	21,9	19,1
Серпень	I	19,9	21,7	20,7		19,7
	II	21,1	22,4	21,2		18,6
	III	22,0	23,6	23,5		17,0
Вересень	I	12,5	17,5	20,8		16,0
	II	12,9	17,7	19,5		13,7
	III	11,4	18,8	18,2		11,8
Жовтень	I	11,5	11,2	14,5		10,1
	II	8,1	9,8	8,5		8,1
	III	9,9	12,9	9,0		5,4
Листопад	I	6,3	9,8	5,1		3,4
	II	3,2	3,9	3,0		1,9
	III	-0,4	-1,3	-0,8		0,7
Грудень	I	-2,9	-2,7	-0,3		1,2
	II	-1,0	1,1	0,3		3,0
	III	1,4	3,0	0,1		-2,9

Сума атмосферних опадів (мм) по декадах

Місяць, декада		2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	Середня багаторічна
Січень	I	17,3	7,0	18,4	3	14
	II	3,4	1,9	9,0	7	9
	III	9,8	3,4	12,1	5	12
Лютий	I	4,4	7,7	29,5	1	9
	II	4,4	7,9	6,8	2	15
	III	1,7	10,9	2,8	0,0	9
Березень	I	12,1	2,3	0,0	0,0	9
	II	0,0	10,3	43,8	18	9
	III	3,9	13,2	6,2	7	12
Квітень	I	14,0	61,5	5,3	23	14
	II	7,2	27,4	39,8	5	17
	III	18,6	7,1	32,9	0,0	16
Травень	I	0,0	0,0	0,8	17	16
	II	2,7	0,0	0,0	23	12
	III	32,4	7,9	11,8	44	18
Червень	I	2,8	16,6	21,8	9	23
	II	1,2	0,0	58,8	17	27
	III	14,6	43,0	0,8	9	23
Липень	I	0,8	27,3	0,0	1	35
	II	24,1	22,3	40,9	14	24
	III	0,3	36,2	1,2	114	26
Серпень	I	34,6	3,3	7,8		16
	II	40,5	0,3	1,8		25
	III	0,0	18,4	0,0		19
Вересень	I	25,9	4,7	3,9		13
	II	39,2	17,9	9,3		11
	III	21,0	0,0	0,0		11
Жовтень	I	9,1	2,8	46,3		11
	II	1,2	24,8	9,4		10
	III	9,7	24,5	0,3		12
Листопад	I	5,8	28,5	0,0		13
	II	25,4	20,9	5		15
	III	29,7	17,6	45		13
Грудень	I	4,3	13,2	22		14
	II	26,9	21,8	28		16
	III	14,2	10,5	5		14