

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
МИРОНІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПШЕНИЦІ ІМЕНІ В. М. РЕМЕСЛА**

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ХАРЧОВОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ
ТА ГЕНОМІКИ НАН УКРАЇНИ»**

**ХОМЕНКО С. О., КОЧМАРСЬКИЙ В. С., ФЕДОРЕНКО М. В.,
ЧУГУНКОВА Т. В., ФЕДОРЕНКО І. В.**

**ПШЕНИЦЯ ТВЕРДА ЯРА: СТІЙКІСТЬ ДО ВИЛЯГАННЯ,
ПРОДУКТИВНІСТЬ**

За редакцією

доктора сільськогосподарських наук, професора, члена-кореспондента НААН
України, директора Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла
О. А. Демидова

Монографія

**Київ
2021**

УДК633.11.321:632.938.1:632.165

X 76

*Рекомендовано до друку Вченою радою Миронівського інституту пшениці імені
В. М. Ремесла НААН України (протокол № 2 від 03 березня 2021 р.)*

Рецензенти :

Ковалишина Г. М. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, професор кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М.О. Зеленського Національного університету біоресурсів та природокористування МОН України;

Волощук О. П. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України.

Хоменко С.О.

X 76 Пшениця тверда яра: стійкість до вилягання, продуктивність: [Монографія] / С. О. Хоменко, В. С. Кочмарський, М. В. Федоренко, Т. В. Чугункова, І. В. Федоренко. – К.: Компрінт, 2021. – 122 с.

ISBN

В монографії обговорюються проблеми, пов'язані зі стійкістю пшениці твердої ярої до вилягання. Висвітлено генетичні, фізіологічні основи короткостебловості, морфологічні ознаки стебла, що обумовлюють стійкість рослин до вилягання, зв'язок з продуктивністю. Розглянуто господарські та біологічні особливості колекційних зразків, характер успадкування та трансгресивну мінливість за селекційно цінними ознаками у поколіннях гібридів. Виділено внутрішньовидові та міжвидові гібридні комбінації, що мають практичне значення.

Для науковців, спеціалістів сільського господарства, викладачів, студентів вузів, широкого кола читачів.

УДК633.11.321:632.938.1:632.165

ISBN

© С. О. Хоменко, 2021
© В. С. Кочмарський, 2021
© М. В. Федоренко, 2021
© Т. В. Чугункова, 2021
© І. В. Федоренко, 2021

ПЕРЕДМОВА

Харчова безпека людства – одне із найважливіших питань на порядку денному світового товариства. Пшениця, рис, кукурудза – основні продовольчі культури світу. Пшениця тверда, що є другою після пшениці м'якої і базовою для багатьох країн, здатна забезпечити не лише потребу населення у високоякісних продуктах харчування, але й бути досить прибутковою статтею експорту [1]. У світі спостерігається тенденція до збільшення виробництва продуктів із зерна пшениці твердої, що складають основну групу здорового, збалансованого і поживного харчування. Площі посівів під пшеницею твердою за останні 15 років розширилися з 15,5 до 18,3 млн га, що становить близько 5–7 % від загального світового пшеничного клину. Виробництво зерна пшениці твердої за ці роки сягало рівня 30–35 млн т. Провідними виробниками зерна пшениці твердої є країни ЄС (Італія – 4,0 млн т, Іспанія – 1,8, Франція – 1,5 та інші), яким належить 28–36 % світового виробництва. Окрім того, тверду пшеницю вирощують в Канаді, на яку припадає 4,4 млн т валового виробництва, Туреччині – 3,0 млн т, Сирії – 2,6, США – 2,4, Мексиці – 1,4, країнах Північної Африки (Єгипет, Лівія, Марокко та Туніс) – 4,4, Австралії – 0,5 млн т [2].

Площі під пшеницею ярою в Україні у 2017 р. склали 201 тис. га. За розрахунками вчених НААН України, площа посівів пшениці ярої в країні має становити близько 1 млн га, в тому числі м'якої – 650 тис. га, твердої – 350 тис. га [3]. Основною причиною скорочення площ під пшеницею ярою є невисока адаптивність до різких змін клімату та недостатньо висока врожайність комерційних сортів. Тому головною задачею селекції є створення та впровадження нових сортів пшениці ярої з широкою адаптаційною здатністю для збільшення виробництва і поліпшення якості вирощеної продукції. На сучасному етапі основними напрямками в селекції пшениці є підвищення врожайності та якості продукції, стійкості проти хвороб, шкідників і несприятливих умов навколишнього середовища (посухостійкість, стійкість до вилягання тощо), створення сортів, придатних для вирощування за інтенсивними технологіями з повною механізацією всіх процесів [4–6].

Пшениця тверда (*T. durum* Desf. – $2n=4x=28$) відрізняється від пшениці м'якої (*T. aestivum* L. – $2n=6x=42$) не лише кількістю хромосом, а й ареалом, вимогами до вирощування, потенціалом продуктивності, будовою кореневої

системи (у твердої – стрижнева, у м'якої – мичкувата). Селекція на продуктивність є одним із найскладніших завдань, що зумовлено комплексністю цього показника. Продуктивність рослин залежить від біологічних, морфологічних та інших властивостей і ознак, до яких слід віднести елементи структури врожаю, стійкість до хвороб та шкідників, посухи і низьких температур, вилягання тощо. Кожна з перелічених ознак є дуже складною і потребує специфічних методів селекції. Кількісні ознаки продуктивності контролюються полімерними генами, а ступінь прояву та розвиток цих ознак значною мірою залежать від умов навколишнього середовища. На рівень урожайності сорту значно впливає активність фотосинтетичного апарату рослин, особливості стійкості до стресових чинників середовища тощо [7].

Стійкість до вилягання є важливим фактором, від якого залежить урожай культури. У селекції пшениці твердої ярої на підвищення стійкості до вилягання основна увага зосереджена на визначенні морфологічних та анатомічних особливостей рослин з високим рівнем цієї властивості. Вивчення морфології стебла підтвердило, що стійкі до вилягання сорти мають меншу висоту рослин. Низькорослість та стійкість рослин до вилягання постійно контролюються селекційним шляхом. Однак вирішення цього питання в селекції пшениці твердої ярої ще далеке до завершення. Досить складно відбувається формотворення при схрещуваннях карликових та напівкарликових зразків із середньорослими. Успадкування проходить, як правило, за типом домінування високорослості, а короткостеблові нащадки в переважній більшості мають щупле і дрібне або не вирівняне за крупністю зерно, часто з недостатньою його кількістю в колосі.

Важливою і актуальною задачею в селекції пшениці твердої ярої є пошуки нових джерел та створення цінного вихідного матеріалу для селекції високопродуктивних стійких сортів. У представленій монографії висвітлені питання, пов'язані з проблемою продуктивності, стійкості посівів до вилягання та аналізом нового гібридного матеріалу, одержаного шляхом внутрішньовидових та міжвидових схрещувань, для селекції високопродуктивних, стійких сортів.

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ПРОБЛЕМ, ПОВ'ЯЗАНИХ ЗІ СТІЙКІСТЮ ПШЕНИЦІ ДО ВИЛЯГАННЯ

Пшениця тверда яра становить інтерес для зернового господарства України насамперед як сировина для макаронних виробів, а також як поліпшувач борошна м'якої пшениці для хлібопечення. Висока якість та харчова цінність зерна пшениці твердої дає можливість виготовляти також галети, кус-кус, булгур та інші продукти. Слід зазначити, що в Україні площі посівів пшениці твердої недостатні, щоб забезпечити потреби населення. Тому ринок макаронних виробів освоює високоякісна продукція з Італії, Німеччини та інших країн Європи, а також Азії [8]. Основні європейські країни, що займаються селекцією пшениці твердої, – це, насамперед, Італія, Франція, Греція, Іспанія, Австрія. В останні роки до них приєдналися Німеччина, Румунія, Угорщина та Болгарія [1].

В Україні селекція пшениці твердої проводилась у декількох наукових установах, в яких у різні роки було створено значну кількість сортів [9]. Найрезультативнішою в цій галузі є діяльність таких селекційних установ системи НААН України, як Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла (яра) та Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення (озима).

Останніми роками Миронівським інститутом пшениці імені В. М. Ремесла НААН України передано до Державної кваліфікаційної експертизи та занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, шість сортів пшениці твердої ярої [10]. Варто зауважити, що найбільш адаптованими до місцевих умов є сорти вітчизняної селекції.

1.1. Причини та наслідки вилягання посівів пшениці

Вилягання посівів зернових культур – досить часте явище, яке може відбуватись у різні фази росту і розвитку рослин. Вилягання у ранні фази розвитку до цвітіння не викликає великої шкоди. Рослини, як правило, ще можуть піднятися і їхній подальший розвиток проходитиме нормально.

Вилягання під час цвітіння вважається найбільш небезпечним і завдає великої шкоди посівам. Негативні наслідки вилягання зернових значні й різноманітні: полегли рослини уражуються хворобами, посіви заростають бур'янами, значно ускладнюються умови механізованого збирання врожаю, спостерігається неодночасне дозрівання зерна. Урожай з полеглих хлібів не може бути використаний на насіння внаслідок зниження маси 1000 зерен та польової схожості на 30–50 % [11].

Вилягання посівів пшениці ярої завдає великих втрат зерновому господарству України. Особливо широкі масштаби вилягання посівів спостерігаються у зонах високого зволоження Полісся та Лісостепу. За даними ряду дослідників [12], вилягання хлібів призводить до значних (25–60 %) втрат урожаю і зниження якості зерна.

За інтенсивної технології вирощування пшениці висота рослин виступає не тільки як сортова морфологічна ознака, а й як показник стійкості рослин і фітоценозів до вилягання [13]. Кожні 50 років з підвищенням рівня землеробства висота рослин у багатьох країнах світу зменшувалася приблизно на 15 см. Це, передусім, пов'язано з вирішенням питання стійкості до вилягання. Зростання врожайності пшениці твердої ярої [14] супроводжувалось зменшенням висоти рослин від 130 см до 60–85 см за рахунок скорочення всіх міжвузлів стебла, збільшення розміру і продуктивності колоса.

Дослідження проблеми вилягання пшениці [15, 16] показали значну його залежність від анатомічної будови, фізико-технічних особливостей і хімічного складу соломини, що визначаються сортовими особливостями та умовами довкілля. У селекційній практиці при доборі й оцінюванні матеріалу за стійкістю перше місце належить візуальному методу, за ним – морфологічному та анатомічному або різним їх поєднанням. Основні параметри, які оцінюються – висота рослини, довжина двох нижніх міжвузлів, відношення висоти рослини до діаметру двох нижніх міжвузлів та інші [6, 17].

Чинники, що спричиняють вилягання рослин пшениці, В. Ф. Дорофєєв [18] поділив на три групи : а) анатомічна та морфологічна будова стебла; б) фізичні : вітер, град, дощ, низькі температури; в) агротехнічні : високий рівень або нестача мінерального живлення, надлишок зволоження.

Розрізняють стеблове та прикореневе вилягання. Стеблове характеризується зламом соломини біля основи стебла внаслідок її низької

механічної міцності. Воно залежить від анатомічної структури соломини, кількості, розмірів та розміщення судинно-волокнистих пучків. Причиною такого типу вилягання може бути також ураження нижньої частини соломини грибними та бактеріальними патогенами. Прикореневе вилягання виникає внаслідок розтягнення коренів, зміщення їх з попереднього місця в ґрунті, а іноді й повного розриву [19].

1.2. Фактори, що забезпечують стійкість до вилягання

У вітчизняній літературі питання генетики стійкості до вилягання висвітлюються, головним чином, за результатами вивчення успадкування морфологічних ознак. І лише останніми роками вчені почали приділяти увагу успадкуванню анатомічних ознак, пов'язаних зі стійкістю до вилягання [20].

Стійкість до вилягання рослини залежить від багатьох факторів, але, насамперед, від міцності та висоти соломини за добре розвиненої кореневої системи, форми куща [21, 22]. Укорочення стебла як результат гібридизації може супроводжуватися змінами його анатомічної структури, від чого певною мірою залежить як стійкість до вилягання, так і продуктивність. Збільшення врожаю зерна при незмінному загальному біологічному врожаї пов'язується саме з перерозподілом асимілятів в рослині із соломини в зернову частину.

У сортів напівкарликового типу судинно-волокнисті пучки мають більш сприятливу будову і кращі умови для посилення їхньої фізіологічної ролі. Напівкарликові сорти мають більш товсте стебло, ніж середньо- і високорослі. Однак при розщепленні гібридів від складних схрещувань із залученням багатьох компонентів з різною товщиною стінок соломини можна спостерігати напівкарликові і карликові тонкостеблові форми. Твердостебловість, як відомо, значною мірою пов'язують з висотою рослин, що контролюється складною системою генів. Висота рослин є генетично зумовленою ознакою сорту, однак агрокліматичні фактори можуть істотно впливати на її формування [23].

Стебло пшениці виконує важливі морфологічні, фізіологічні функції в онтогенезі рослин. Довжина стебла має великий вплив на фотосинтетичні процеси і продуктивність рослин [24]. Особливості морфології й анатомії стебла визначають стійкість до вилягання і здатність рослин реалізувати продуктивний потенціал. Стебло – це орган фотосинтезу та транспорту

метаболітів, тому проблема короткостебловості в теоретичному та практичному відношенні розробляється у багатьох країнах світу [25].

Завдяки створенню короткостеблових форм світова селекція досягла великих успіхів у підвищенні врожайного потенціалу пшениці [26, 27]. Головною особливістю короткостеблових сортів, на відміну від високорослих, є здатність не вилягати на підвищеному фоні мінеральних добрив, необхідному для досягнення високої продуктивності. Низькорослі рослини мають високий коефіцієнт господарської ефективності, отже за однакових умов у них більше асимілятів надходить у зерно, а не в соломку, як у високорослих [28]. Реалізувати високий генетичний потенціал урожайності можуть сорти з коротким і міцним стеблом. У зерновиробництві України впроваджуються, головним чином, середньо- і низькорослі сорти [29].

Створення короткостеблових форм – один із основних напрямів у селекції зернових колосових культур [30]. Знання генетичної природи такої ознаки, як висота рослини, є необхідним для виявлення донорів низькорослості, у яких зменшення довжини стебла не погіршує продуктивності [31]. Виявлення таких генотипів значно полегшує і прискорює селекцію за цією ознакою.

З огляду на зменшення висоти рослин, у селекції пшениці ярої на стійкість до вилягання є відмінності між твердою і м'якою. У пшениці твердої не виявлено «своїх» генів короткостебловості, а залучені вони від пшениці м'якої [32, 33].

Гени, що контролюють довжину стебла, істотно впливають на морфоструктурні й фізіологічні особливості рослин пшениці [17], що призводить до змін у продуктивності. Існує думка, що зменшення довжини стебла, як правило, супроводжується зниженням урожайності. Підстави для таких висновків є, адже сильне вкорочення стебла, особливо під дією домінантних генів карликовості, призводить до зменшення крупності зерна [34].

Разом з тим, успіхи в селекції пшениці 70–80-х років минулого сторіччя, що увійшли до історії селекції як «зелена революція», були пов'язані саме з генами короткостебловості. Під впливом цих генів відбулися різкі зміни у морфоструктурі рослини, підвищився збиральний індекс, а відтак і врожайність пшениці. Використання новостворених короткостеблових генотипів у селекції пшениці зумовило підвищення врожайності і валових зборів зерна в усьому світі.

1.3. Використання світового сортименту пшениці з генами карликовості для створення короткостеблових продуктивних сортів

Серед великого світового сортименту пшениці лише частина сортів мають генетично обумовлену нелетальну карликовість рослин. І саме вони виявляють найбільшу селекційну цінність як донори низькорослості при створенні короткостеблових сортів інтенсивного типу. Таким донором, що відіграв видатну роль у світовій селекції пшениці, виявився японський сорт Norin 10. Широке використання сорту Norin 10 дало початок новому етапу в селекції озимої та ярої пшениці, на цій основі створено найбільшу кількість короткостеблових сортів у багатьох країнах світу. Генетичні системи, що походять від японських сортів, як і гени сорту Norin 10, вже понад 60 років успішно використовуються європейськими селекціонерами. Особливого розповсюдження вони набули в італійській і югославській селекції [20].

Перші короткостеблові стійкі до вилягання сорти пшениці м'якої були виведені в Японії і вирощувались фермерами ще з 1873 р. У 1935 р. був районований сорт Norin 10, який відіграв історичну роль у створенні напівкарликових сортів по всьому світу, насамперед, у США, Мексиці (СІММУТ) [35]. Сорт Norin 10 завезений доктором S. Salmon у США, де був залучений до схрещувань з північноамериканськими сортами. Найвидатнішою комбінацією виявилась Norin 10 / Brevor 14, з якої було відібрано знамениту лінію № 14, відому як сорт Gaines, що мав дуже високий потенціал продуктивності (11,2 т/га). Лінію № 14 було передано до Мексики доктору N. Borlaug. Він схрестив її з італійським високоврожайним сортом пшениці ярої San Pastore і на основі цієї комбінації створив видатні мексиканські короткостеблові сорти Pitic 62, Sonora 63, Sonora 64 [36].

У 1961 р. Міністерство сільського господарства США започаткувало тестування карликових ярих пшениць через Міжнародні розсадники. Деякі з них були вирощені в Індії у 1962 р. Колектив учених, очолюваний N. Borlaug, за підтримки Фонду Рокфеллера з березня 1963 р. продовжив свою роботу в Індії, куди було доставлено близько 100 кг насіння кращих сортів і 630 перспективних ліній. Через два роки з цього регіону було експортовано 450 т зерна сортів Lerma Rojo 64 і Sonora 64, які розподілили між Пакистаном та Індією. У 1968 р. W. Gaud назвав роботи N. Borlaug "зеленою революцією". За п'ять років (з 1965 до 1970 рр.) урожай зерна пшениці в Пакистані

збільшився з 4,6 млн т до 7,3 млн т. Це дало можливість задовольнити потребу країни в зерні. В Індії поступово збільшувалась урожайність пшениці, а у 2000 р. було зібрано рекордний урожай – 76,4 млн т [37].

Впровадження високопродуктивних низькорослих сортів істотно вплинуло на виробництво зерна пшениці у країнах Латинської Америки, Близького та Середнього сходу і Африки. За внесок у забезпечення людства продовольством у 1979 р. N. Borlaug був удостоєний Нобелівської премії Миру. У своїй промові на церемонії вручення премії він зауважив: «... Зелена революція відбулася насправді, тому обрано людину, щоб символізувати важливу роль сільського господарства і харчової промисловості у світі, який потребує хліба і миру» [37].

Суттєві переваги короткостеблових пшениць в інтенсивному землеробстві були приводом до широкого вивчення ознаки «довжина стебла». Показано, що значна кількість хромосом має гени, які визначають довжину стебла. Гени карликовості локалізовані у хромосомах 1A, 2A, 4A, 2B, 4B, 3D, 4D і 6D, а гени, що модифікують короткостебловість, – у хромосомах 1D і 7D [38].

У родовому потенціалі пшениці гени короткостебловості (карликовості) були відкриті у видів *T. compactum* (алель *C* у хромосомі 2D) і *T. sphaerococcum* (алель *s* у хромосомі 3D). Однак до теперішнього часу всі спроби світової селекції створити на основі цих видів високоврожайні короткостеблові сорти пшениці не дали результатів, тому що ці гени разом із короткостебловістю призводили також до виникнення дрібного, щільного, малопродуктивного колоса [38].

Низькорослість сорту Norin 10 зумовлена рецесивними алелями незалежних генів *rht-1* і *rht-2* у хромосомах 4A та 4D [39, 40]. Перший ген знижує висоту рослин дещо більше, ніж другий. Лінії-носії рецесивного алеля *rht-1* більш продуктивні [41].

Перенесення низькорослості від сорту пшениці м'якої Norin 10 до генотипу пшениці твердої здійснив К. Lebsok [42]. А. А. Альдеров [43] довів можливість введення генів пшениці м'якої, що контролюють низькорослість, в генотип пшениці твердої. Ген *Rht-3* із карликового сорту пшениці м'якої Tom Rouse зменшує висоту більш суттєво, ніж гени *rht-1* і *rht-2*, що дало можливість на основі отриманого матеріалу створити форми з висотою 55–65 см. При використанні генів із пшениці м'якої створено гібриди, серед яких виокремлено низькорослі форми типу *sphaerococcum*. Також уперше із

диплоїда *T. sinskajae* A. Filat. et Kurk в геном твердої пшениці (сорт Харківська 46) було введено ген низькорослості, в результаті чого створено лінію з висотою рослини 85 см [44].

Виявлений у сорті Tom Pouce ген низькорослості *Rht-3* локалізований у хромосомі 4A. Озима форма пшениці м'якої Tom Pouce, що є донором гена *Rht-3*, була виведена у Франції (СІММУТ report, 1967). Згодом було встановлено, що при схрещуванні сорту Tom Pouce з високорослим сортом пшениці м'якої озимої Псевдомеридіонале 122 у F₁ домінувала ознака короткостебловості. Дослідження M. D. Gale [45] показали, що поряд із зниженням активності альфа-амілази у пророщуваному насінні, завдяки чому ген *Rht-3* є донором у селекції на підвищення стійкості до проростання зерна пшениці на пні, він не має негативного впливу на продуктивність колоса і масу зерна з ділянки завдяки збільшенню числа зерен у колосі на 42,5 %, але цим знижує масу 1000 зерен на 23,3 %. Знижуючи вміст білка в зерні на 0,8 %, ген *Rht-3*, однак, не впливав на хлібопекарські якості, збиральний індекс збільшувався на 15,4 %.

Згідно з класифікацією R. McIntosh [46], сорти з генотипом *Rht-1rht-1* мають в оптимальних умовах вирощування висоту рослин 91–105 см, з генотипом *Rht-2rht-2* – 90–76 см, *Rht-1Rht-2* – 60–75 см, тоді як генотипи *Rht-3rht-3* забезпечують висоту 45–55 см.

Використання у багатьох країнах японського сорту Norin 10 для створення короткостеблових форм пшениці можна вважати прикладом успішного поширення селекційно-генетичних розробок, які сприяли розв'язанню проблем харчування людства [47]. У Мексиці гени карликовості від сорту Norin 10 були введені в сорти твердої пшениці. Першими такими короткостебловими сортами були Chapala 64, Oviachik 65, Jorik 69, Cocorit 71 та Mexicalik 75. Одним із найкращих тривалий час залишався сорт Cocorit 71 – пластичний, високоврожайний, з високою стійкістю до вилягання. Селекційний матеріал СІММУТ широко розповсюдився у світі і відігравав виключно важливу роль як вихідний матеріал у селекції на стійкість до вилягання [33]. У Канаді першими сортами твердої пшениці з підвищеною стійкістю до вилягання були сорти RD-3-1, RD-3-2, CB-8016 та Hercules [48].

Схрещування сортів, що мають різні гени короткостебловості, дає можливість одержувати гібридні форми з меншою висотою рослин, ніж вихідні батьківські форми. Саме таким чином в Індії, за даними M. S. Swaminathan [49], при схрещуванні сортів Lerma Rojo 64 і Sonora 64

одержано лінії U.P.301, U.P.302, U.P.303 з висотою рослин у середньому 65 см. Цей факт свідчить, що для певних агрокліматичних умов у схрещуваннях за батьківські компоненти можна використовувати сорти з різними генами *Rht* для одержання рослинних форм з комплексом цінних господарських ознак і властивостей.

Селекція короткостеблових сортів у Сербії розпочалась з використання італійських пшениць – носіїв генів карликовості *Rht-8*. У 1970 р. був створений сорт Sava (Fortunato 2, ІТА / Red coat, США), що успадкував цей ген [32]. У 1973 р. виведено сорт Partizanka (Безоста 1, РФ / NS 116) з генами короткостебловості *Rht-8* та *Rht-1S*, які він успадкував від сорту Безоста 1. Загалом ідентифіковано 29 сортів сербської селекції з генами короткостебловості. При цьому сорт Kosava є носієм генів *rht-1* та *rht-2*, 15 сортів – *Rht-8* та *Rht-1S*, 13 сортів – *Rht-8*. Варто відзначити, що за сумісного успадкування з геном *Ppd-1*, що пов'язаний з реакцією на тривалість дня, ген *Rht-8* здатний зменшити висоту рослин і при цьому підтримувати високий адаптивний потенціал продуктивності [50, 51].

Великий стрибок у підвищенні потенціалу продуктивності за останні 50 років значною мірою здійснено завдяки використанню у селекції генів карликовості [52, 53]. Зокрема, ген *Rht-8* був залучений у європейські селекційні програми через японський напівкарликовий сорт Akakomughi, а *rht-1* та *rht-2* – у американські й мексиканські селекційні програми через японський сорт Norin 10. Наразі відомо чотири десятки генів, що впливають на висоту рослин пшениці [54]. Але генетичну природу багатьох із них вивчено недостатньо або не вивчено зовсім.

Поряд з європейськими та американськими ярими формами в селекції пшениці ярої широко використовувались такі озимі сорти, як Чайка, Прибой, Безостая 1, Кавказ та американський TAM 200. Останні півстоліття спостерігали зменшення висоти рослин нових сортів пшениці ярої [55], але різниця між сучасними та стародавніми ярими сортами є меншою порівняно з сортами озимої пшениці. Матеріал з мексиканських селекційних розсадників виявився занадто низькорослим для посушливих умов Казахстану, Поволжя, Сибіру, в яких ріст та розвиток рослин відбувається на незвично тривалому для південних пшениць дні [56]. Істотний негативний вплив на врожайність пшениці ярої за наявності в генотипі одразу двох генів карликовості (*Rht-2* та *Rht-3*) та відсутність такого впливу за наявності *Rht-1* або *Rht-2* спостерігали китайські вчені [57]. В інших дослідженнях з майже

ізогенними лініями при поєднанні в одному генотипі генів *Rht-1* та *Rht-2* також спостерігали різке зниження врожаю [58].

Результати виконання селекційних програм з ярої пшениці в Японії, Італії, США, Мексиці, Індії та інших країнах довели можливість розв'язання проблеми боротьби з виляганням селекційним шляхом [33]. Подолання явища вилягання рослин завдяки створенню низькорослих сортів з міцною соломиною у середині минулого сторіччя стало підставою для інтенсифікації виробництва зерна пшениці. Забезпечення селекціонерів вихідним матеріалом різного еколого-географічного та генеалогічного походження, що поєднує в собі низькорослість з іншими ознаками, сприятиме подальшому успішному розв'язанню проблеми вилягання [6].

1.4. Генетичні, фізіологічні основи короткостебловості пшениці

У селекції пшениці широко використовуються гени короткостебловості, завдяки яким створено принципово новий морфотип рослини, фотосинтетичні процеси у якої спрямовані саме на формування високих показників урожайного (збирального) індексу. Встановлено, що на висоту рослин пшениці прямо або опосередковано (через плейотропію і компенсаторну реакцію) впливають щонайменше три групи генетичних систем. До першої групи належать специфічні олігогени низькорослості: мутантні гени *Rht*, що зменшують довжину соломини, гени *D*, які зумовлюють гібридну карликовість типу „трав'янистий пучок”, та *Us* – гени карликовості, що викликають зупинку розвитку рослин у фазі трьох-п'яти листків. У другій групі неспецифічні олігогени, які контролюють розвиток різних ознак і плейотропно впливають на висоту рослин, а саме: гени *Vrn* (чутливість до яровизації), *Ppd* (реакція на довжину дня), *Hd* і *B* (безостість-остистість), *C* і *S*, що змінюють загальний габітус рослини. Третя група – гени з модифікаційними ефектами, які проявляються у взаємодії з описаними вище системами [31].

На сьогодні відомо більше 20 генів *Rht*. Найбільш поширені сорти з генами *rht-1*, *rht-2*, *Rht-8*. Залежно від мети ефективність селекційної роботи з однаковими генами може бути різною. За кількістю генів карликовості сорти розрізняють як одно-, дво- та тригенні карлики. Чим більше генів карликовості, тим коротшим буде стебло рослин пшениці [31].

До теперішнього часу у практичній селекції пшениці найбільш успішно використано два гени короткостебловості – *rht-1* і *rht-2* від сорту Norin 10, більш обмежено – *Rht-3* від сорту Tom Pouce (Tom Thumb). Неалельність рецесивних генів *rht-1* і *rht-2* в генотипі сорту Norin 10 вперше була встановлена R. E. Allan, O. A. Vogel, C. I. Peterson [39], а домінантність гена *Rht-3* – Р. А. Удачіним [60]. Гени *rht-1* і *Rht-3* містяться в альфа-локусі хромосоми 4A, а ген *rht-2* займає позицію в короткому плечі S хромосоми 4D. У мутантних лініях пшениці виявлено гени *Rht-4*, *Rht-5*, *Rht-6*. У сорті Sharbati Sonora – *Rht-8* у хромосомі 2D, у сорті Діамант 2 – *Rht-9* у хромосомі 2B, у лінії ABN-1, що має середню висоту стебла 32 см за нормального розміру колоса, – *Rht-10* у хромосомі 4D. Гени *Rht-1–10* занесені до офіційного Каталогу генних символів пшениці [46]. Проведене I. Azveinek [61] вивчення неалельних взаємодій *Rht*-генів виявило послідовність їхнього ефекту щодо зниження висоти рослин: *Rht-5*>*Rht-1*>*Rht-2*, підтвердилася відсутність тісного зчеплення між генами *Rht-1* і *Rht-3*. У дослідженнях С. F. Konzak [62] відмічено випадки епістазу гена *Rht-4* відносно *Rht-1* і *Rht-2*, гена *Rht-6* – відносно *Rht-5*, гена *Rht-5* – до *Rht-2*.

Таким чином, „зелена революція” здійснилася, головним чином, на основі генів *rht-1* і *rht-2* від японського сорту Norin 10 і, меншою мірою, – *Rht-3*, постачальником якого була тибетська пшениця Там Тамб [63]. Прямий ефект генів системи *Rht* полягає у зниженні висоти рослин в основному за рахунок зменшення довжини всіх міжвузлів без скорочення їхнього числа, а відтак – без зменшення кількості листків на стеблах. Це означає, що у короткостеблових зразків пшениці змінилася структура фотосинтетичного потенціалу. Частка листкового апарату у них зросла, при цьому довжина колоса залишилася без істотних змін, а донорно-акцепторні зв'язки стали більш напруженими. Ці факти важливо враховувати у селекції пшениці на підвищення продуктивності.

Велика роль у створенні нових низькорослих, карликових сортів зернових культур з міцним стеблом, стійкістю до вилягання та високою врожайністю належить генам, пов'язаним із функціонуванням у рослині фітогормону гібереліну. Фітогормони регулюють життя рослини на всіх його етапах – від формування зародка, включаючи проростання насіння, росту і розвитку, плодоношення до старіння та відмирання [64, 65]. Було виявлено, що гіберелін A_1 активує ріст стебла у висоту у злаків та інших рослин. Інші гібереліни активують ріст стебла завдяки тому, що перетворюються в рослині

у форму A_1 . У результаті штучного впливу гібереліну можна отримати рослини-гіганти. У біосинтезі цих гормонів бере участь велика кількість ферментів, що кодуються певними генами. У випадку, коли мутації у цих генах порушують біосинтез гібереліну A_1 , такі рослини стають карликами [66]. Наявність генів карликовості часто супроводжується низкою негативних ознак. Зокрема, спостерігається зменшення довжини колоса [67] та вкорочення колеоптиле, внаслідок чого знижується польова схожість насіння [68].

Механізми дії недепресивних генів короткостебловості у пшениці недостатньо досліджено. У своїх працях R. E. Allan et al. [69] показали, що сорти, які мають ці гени, практично не реагують на обробку гібереліном, а M. Radley [70] виявив у таких сортів підвищений вміст гібереліну порівняно з високорослими. Деякі дослідники вважали, що гени короткостебловості *Sd* (Semidwarfness) і нечутливості до гібереліну *Gai* (Gibberelic acid insensitivity) не мають ефекту плейотропної дії. Але ретельно поставлені дослідження переконливо довели зворотнє. Тепер гени короткостебловості загальноприйнято позначати символами *Rht* (Reduced height), а їх найбільш швидка ідентифікація пов'язана із визначенням ступеня чутливості до гібереліну. Гени короткостебловості не знижують швидкості інактивації гібереліну при його екзогенному введенні. За обробки гібереліном високорослі сорти у 2–3 рази чутливіші порівняно з короткостебловими. Однак у дослідженнях M. J. Pinthus and A. A. Levy [71] наведено дані про те, що в короткостеблових генотипах з генами *Gai* і *rht* зустрічаються форми з чутливістю до гібереліну, і це дає змогу проводити добір короткостеблових ліній на збільшення довжини колеоптиле. Доведено, що гени короткостебловості призводять до зниження активності альфа-амілази в зерні і через вуглеводний обмін впливають на зменшення висоти і маси проростків, чого не спостерігається у генотипів пшениці, які не мають таких генів.

Нині проблема поєднання короткостебловості з високою продуктивністю та адаптивністю до умов вирощування успішно розв'язується. Так, австралійські вчені довели, що використання генів карликовості, пов'язаних з чутливістю до гіберелінової кислоти (тобто відмінних від *Rht-1* та *Rht-2*), не призводить до зменшення довжини колеоптиле. Отримано низькорослі ярі пшениці з високою продуктивністю колоса [72].

Аналіз фізіолого-біохімічної природи дії генів карликовості у низки короткостеблових сортів і форм пшениці м'якої дає підстави встановити, що гени короткостебловості блокують синтез ростових речовин. У результаті в період стеблоутворення рослини ростуть повільніше і залишаються низькорослими. Обробка гібереліном у період росту значною мірою сприяє створенню фізіологічного ефекту, притаманного, зазвичай, речовинам ендогенного походження, тому рослини ростимуть швидше [20]. При схрещуванні короткостеблових форм різних типів за реакцією на ростові речовини, гібридне потомство F_1 може значно перевищувати за висотою рослини обох батьків і не належати до короткостеблового типу. У наступних гібридних потомствах при розщепленні крім тотожних генотипів виявляються константні високорослі форми і дуже низькі карлики [20].

1.5. Селекція пшениці твердої ярої на продуктивність та її зв'язок зі стійкістю до вилягання

Створення у середині минулого сторіччя низькорослих сортів з міцною соломиною стало підставою для інтенсифікації виробництва зерна пшениці. Забезпечення селекціонерів вихідним матеріалом різного еколого-географічного та генеалогічного походження, що поєднує в собі низькорослість з іншими господарськи корисними ознаками, сприяло подальшому успішному розв'язанню проблеми вилягання та підвищення продуктивності пшениці. Продуктивність сільськогосподарських культур прийнято поділяти на складові, головними з яких для сортів зернових культур є продуктивна кущистість, довжина колоса, кількість колосків та зерен у колосі, маса зерна з колоса і маса 1000 зерен [6].

Для підвищення результативності селекції пшениці твердої ярої необхідними є ідентифікація та добір високопродуктивних форм, адаптованих до умов вирощування. У Лісостепу України при формуванні врожаю однаково важливими є усі складові продуктивності – стеблоутворення, озерненість колоса, маса 1000 зерен [73]. На всіх етапах органогенезу процес формування потенційної продуктивності детермінований генетично [74, 75]. Редукція стебла, колосків, квіток, зерен, яка може спостерігатися в період росту і розвитку рослин, залежить від чутливості до впливу біотичних та абіотичних чинників довкілля [76]. Між

продуктивністю колоса та врожайністю існує пряма кореляційна залежність [77, 78].

В умовах Лісостепу України провідними елементами продуктивності є кількість зерен у колосі та маса 1000 зерен, що можуть бути непрямими ознаками для добору рослин з гібридних популяцій [79, 80]. Крім того, вважається, що збільшення врожайності за останнє сторіччя досягнуто, головним чином, завдяки підвищенню частки господарськи цінної частини біомаси в загальній біологічній продуктивності [81].

Як писав М. І. Вавилов [82], найбільші труднощі в селекції пшениці полягають у тому, що в одному сорті необхідно поєднати велику кількість цінних ознак і властивостей. Сорт має задовольнити і землероба, і мірошника, і пекаря. Однак серед комплексу вимог урожайність, зазвичай, залишається вирішальним показником цінності селекційного матеріалу і нового сорту. Саме врожайність водночас є результатом певних агротехнічних, фізіологічних, генетичних особливостей сорту, таких, як стійкість до вилягання та несприятливих чинників довкілля. Тому селекція має здійснюватись з урахуванням всіх ознак, адже не можна змінити жодної з них, водночас не торкнувшись інших. За оцінками вчених, внесок селекції в підвищення врожайності сільськогосподарських культур за останні десятиріччя становить 30–70 %, причому її роль постійно зростатиме [83].

Урожайність – це, насамперед, результат онтогенезу рослини, у процесі якого формуються елементи продуктивності. Урожай значною мірою визначається тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю до несприятливих умов і шкідливих організмів і, в цілому, є результатом взаємовпливу сорт-середовище [6]. Загальна продуктивність рослини формується від першого етапу органогенезу до останнього. Процес дозрівання зернівки відбуваються впродовж X–XII етапів органогенезу з перетворенням на останньому поживних речовин у запасні, в тому числі білки [84]. Як відзначав В. С. Шевелуха [85], показники росту рослин віддзеркалюють інтегральну рівнодію часову ходу багатьох фізіолого-біохімічних процесів, а також взаємодію генотипу з довкіллям. Учений також наводить результати тісного зв'язку показників лінійного росту рослин з накопиченням сухої маси, що підтверджується високим ступенем кореляції ($r = 0,68$). Показником лінійного росту є висота рослин, формування якої в пшениці завершується на X етапі органогенезу. На цьому етапі й зернівка досягає типових для кожного сорту форм і розмірів. Тобто, три важливі селекційні ознаки (висота рослин,

продуктивність, якість зерна) перебувають у певних взаємозв'язках, зумовлених генетичними, фізіолого-біохімічними взаємодіями, а також рівнем впливу довкілля.

Урожайність визначається потенційними можливостями рослини та здатністю до їх реалізації в конкретних умовах вирощування [86]. Урожай та якість зерна у підсумку – це системний ефект, що виступає як результат взаємодії рослин у процесі росту, розвитку, формування в агроecosистемі з динамікою змін навколишнього середовища [87].

На думку ряду вчених [88–90], потенціал продуктивності конкретного сорту визначається специфічністю генетичної організації, тоді як стабільність продукційного процесу – здатністю рослинної системи набувати оптимального стану у відповідь на вплив факторів навколишнього середовища, тобто її адаптивністю.

На ранніх етапах селекції пшениці важливо вибрати маркерну ознаку, що має зв'язок з урожайністю, і добір за якою елітних рослин приведе до підвищення врожайного потенціалу [91]. У селекційній практиці використовуються різні факторіальні ознаки – компоненти продуктивності колоса і рослини [92, 93], завдяки чому досягається певний генетичний прогрес. Урожайний потенціал – найбільш важливий показник сорту і тому є головним серед завдань селекції [94]. Озерненість колоса є одним із основних показників продуктивності, яка, у свою чергу, залежить від кількості колосків у колосі, тому необхідно вивчати цю ознаку для застосування в селекції пшениці ярої.

Для кожного сорту характерна певна кількість колосків, що є генетично зумовленою ознакою. Чим більше колосків у колосі, тим, як правило, вища продуктивність. Кількість колосків характеризується значною константністю [95], тому вести добір за цією ознакою ефективно [96].

Загальновідомо, що на формування продуктивності колоса суттєво впливає тривалість життєздатності прапорцевого листка, який повинен функціонувати до настання воскової стиглості зерна [97]. У високопродуктивних сортів життєздатність прапорцевого листка є найбільш тривалою [98]. За візуальними ознаками ступеня пошкодження прапорцевого листка проводиться також оцінка дії абіотичних факторів, однак цей метод можна використовувати лише у разі сильного негативного впливу гідротермічних факторів довкілля [99].

Показник маси 1000 зерен широко використовується як у виробничій практиці, так і в наукових дослідженнях, він є важливим елементом структури врожаю і має велике значення для характеристики якості насіння сорту. Ряд авторів [100–102] вважають, що маса 1000 зерен істотно впливає на врожайність сорту.

За останні 90 років висота рослин пшениці зменшилася на 35–40 см. Кількість зерен з рослини збільшилася на 60 %. Отже, підвищення врожайності зумовлене, передусім, відповідною зміною кількості і маси зерен з рослин. Існує думка, що варто проводити добір за продуктивністю не лише рослини, а й колоса, оскільки найчастіше ефект гетерозису спостерігають саме за довжиною колоса та деякими іншими кількісними ознаками. У структурі врожаю довжина колоса та кількість колосків у ньому є відносно сталими сортовими ознаками, тому прямий добір за довжиною колоса й кількістю зерен у ньому відіграє важливу роль у підвищенні продуктивності рослин [103]. Озерненість колоса залежить від кількості колосків та зерен у колосі. Вона визначається фертильністю пилку та процесом запліднення, що, своєю чергою, обумовлено генотипом і погодними умовами під час цвітіння [104].

Ознака продуктивності колоса у формуванні врожаю сягає 34 % [103]. Структура колоса, яка, своєю чергою, залежить від довжини колосового стрижня, кількості й розподілу колосків, розмірів колоскових та квіткових лусок, відіграє важливу роль у збільшенні фотосинтетично активної поверхні рослини пшениці. Розміри колоса характеризуються чітким фенотиповим проявом і є важливою ознакою в селекції на продуктивність [105]. Разом з тим існує компенсаторний ефект між кількістю зерен та їхнім розміром. Такий негативний зв'язок значною мірою залежить від надходження асимілятів до зерна [106, 107].

Виникнення довгоколосих форм Ю. А. Філіпченко [108] пояснював функціонуванням домінантних генів-подовжувачів колосу, які у результаті гібридизації взаємодіють за принципом комплементарності й створюють специфічну генетичну систему, що зумовлює збільшення довжини колоса. Відповідно, взаємодія рецесивних алелів генів-подовжувачів спричинює зменшення довжини колоса.

Істотний вплив на продуктивність рослин та інші цінні господарські ознаки мають особливості анатомічної будови рослини, зокрема, довжина стебла [109]. У процесі селекції пшениці простежується тенденція до

скорочення довжини стебла, в результаті чого підвищується швидкість транспортування продуктів фотосинтезу і покращується забезпечення вуглеводами листя і колоса. При цьому збільшується стійкість до вилягання і збиральний індекс. Значний інтерес викликає вплив зміни морфології та висоти рослин пшениці на закладання потенційної продуктивності колоса та на величину її реалізації. Проведення подібного морфофізіологічного аналізу дає змогу виявити можливі причини збільшення продуктивності колоса пшениці та на основі цього знайти ефективні прийоми для ранньої оцінки сортів [110].

Елементи продуктивності – це складні ознаки, часто пов'язані одна з одною іншими небажаними кореляціями [111]. Вивчення кореляцій між основними цінними господарськими ознаками дає можливість визначити, за рахунок яких елементів структури врожаю можна більш ефективно підвищити продуктивність рослин [112]. Зокрема, продемонстровано [39], що зниження висоти рослин за участю гіберелін-чутливих генів короткостебловості *Rht-8* та *Rht-9* сприяє збільшенню врожаю. У цьому випадку зменшення висоти рослин зі стандартної до напівкарликової асоційовано з достовірним збільшенням кількості зерен та індексу врожайності, а також зі зменшенням маси зерен. Це підтверджує раніше отримані дані про малу та мінімально достовірну негативну кореляцію між висотою рослин і розміром зерен [113].

Останніми роками досягнуто значного прогресу в селекції пшениці завдяки використанню генів карликовості різного походження [68]. Зокрема, зменшення висоти рослин відбувається за присутності в генотипі генів *Rht-B1b* та *Rht-D1b*. Однак ці гени можуть призводити до зниження врожаю в умовах, не оптимальних для рослини, наприклад, за нестачі водних ресурсів, слабкого заглиблення у ґрунт, гальмування раннього росту [114].

Короткостеблові сорти мають ряд позитивних ознак. Соломина у них коротша й міцніша, у деяких сортів виповнена, колос багатоколосковий і багатозерний, відношення довжини соломини до довжини колоса у 2–3 рази менше, ніж у високорослих сортів, а тому дуже високою є частка виходу зерна від загальної біомаси. Відношення площі листя у фазі колосіння до маси отриманого зерна в них у 1,2–1,5 рази менше, ніж у високорослих сортів [115]. Короткостеблові сорти пшениці характеризуються більшим значенням відношення маси колоса до маси вегетативних органів [116]. Встановлено, що прогрес за врожаєм зерна озимої пшениці досягнутий виключно за

рахунок збільшення збирального індексу. У селекції пшениці ярої це може бути важливим завданням на найближчий період [117]. З іншого боку, показано [118], що біомаса, необхідна для утворення одного грама зерна, в усіх генотипів буде різною і не має відношення до врожаю зерна. Ступінь утилізації сухої речовини в зерно може бути виражений індексом урожайності [119]. Вегетативні частини рослини у процесі селекції необхідно довести до оптимального розміру і змінити індекс урожайності таким чином, щоб 50 % і більше біомаси припадало на зерно. Це відбувається, як правило, внаслідок зменшення висоти рослин, проте сумарний показник кількості надземної біомаси має бути більшим [96].

Оцінка короткостеблових сортів порівняно з високорослими свідчить, що вони здатні формувати крупніший колос з підвищеною фотосинтетичною поверхнею та мають більш раціональний розподіл сухих речовин між стеблом і колосом. Встановлено, що за відсутності вилягання маса колоса ярої пшениці генетично детермінована в тому сенсі, що ранжування сортів за однією і тією ж ознакою в різні роки дослідження залишається постійним, незважаючи на варіювання маси як рослини, так і колоса. Це дає змогу прогнозувати потенційну продуктивність сорту за масою колоса [120–122].

Серед сучасних сортів пшениці найбільший потенціал урожайності мають напівкарликові та низькорослі сорти [123–126]. Значення короткостебловості полягає у тому, що збільшення врожайності відбувається за рахунок перерозподілу продуктів фотосинтезу між зерном і соломою на користь зерна за незмінної врожайності органічної маси. Вважається [127], що зменшення висоти рослин є одним із ефективних шляхів підвищення врожайності пшениці. При цьому зростання продуктивності відбувається за рахунок збільшення кількості зерен, а не їхньої маси. Для забезпечення високого врожаю рослини мають сполучати, принаймні, три основних чинники: протистояти негативному впливу зовнішніх факторів, успішно використовувати сприятливі умови довкілля, мати високу потенційну продуктивність.

Для підвищення ефективності селекційної роботи необхідно враховувати кореляційні зв'язки між господарськи цінними ознаками рослин. У селекції пшениці ярої на стійкість до вилягання, отримуючи короткостеблові форми, особливо важливо знати, як зі зменшенням висоти будуть змінюватись основні ознаки продуктивності рослини. У різних сортів, популяцій відмічається позитивна кореляція висоти рослини з основними

елементами продуктивності колоса [128, 129], іноді вона відсутня чи негативна [130, 131].

Аналіз проблем сортової специфічності адаптаційних систем ярої та озимої м'якої пшениці, що визначають стійкість до вилягання, продуктивність, посухостійкість, дав можливість запропонувати модель сорту для умов Лісостепу, яка поєднує високу продуктивність і стійкість до вилягання. Це, насамперед, низькорослі рослини з міцною товстою і стійкою до вилягання соломиною, яка має у своїй внутрішній структурі добре розвинуті механічні тканини, велику кількість провідних пучків великого діаметра, відзначається інтенсивним формуванням і високим ступенем склерифікації клітинних оболонок усіх тканин надземних міжвузлів, середнім і слабким ступенем склерифікації клітинних стінок тканин базальних вузлів і міжвузлів [132].

В Україні створення і впровадження у виробництво сортів пшениці твердої ярої нового покоління дає можливість більш повно реалізувати потенційні можливості культури [133–138]. З цього погляду проблема стійкості до вилягання у поєднанні з високою продуктивністю рослин потребує обов'язкового розв'язання. Це неможливо без аналізу досягнень світової селекції та без розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу завдяки використанню джерел цінних ознак, які мають зразки світової колекції [139, 140]. Слід зазначити, що серед великого світового сортименту пшениці лише частина має генетично обумовлену нелетальну карликовість рослин, і саме такі сорти представляють найбільшу селекційну цінність як джерела та донори низькорослості при створенні короткостеблових сортів інтенсивного типу.

РОЗДІЛ 2.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Дослідження проводили у лабораторії селекції пшениці ярої Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Поля розміщені в північно-східній частині Київської області на водорозділі річок Рось і Росава правобережної частини Лісостепової зони України.

Рельєф місцевості – досить підвищене Придніпровське плато (150 м над рівнем моря) – так званий Дніпровсько-Канівський язик, розділений на північно-східну і північно-західну частину глибокими балками. Мікрорельєф території має неглибокі западини площею 0,2–1,0 га [141].

Ґрунти характеризуються одноманітністю і представлені, в основному, чорноземами типовими, що утворилися на карбонатних лесоподібних материнських породах. Характерною особливістю є глибоке проникнення гумусних речовин (100–125 см і більше). Вміст гумусу за профілем поступово зменшується і на глибині 100–120 см його кількість становить 20–21 % від загальних запасів у орному шарі. Чорноземи типові крупнопилуваті легкосуглинкового механічного складу. Вони містять 11–19 % мулуватих часток, 55–65 % крупного пилу і близько 15 % піску або піщано-пилуватих частинок. Карбонати кальцію та магнію залягають на глибині 56–62 см. Питома маса твердої фази ґрунту – 2,61–2,70 г/см³, максимальна гігроскопічність ґрунту – 5,5 %; об'ємна маса ґрунту за профілем не перевищує 1,29 г/см³.

Ємність вбірних основ 15–25 мг-екв. на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості основами в шарі 0–20 см близько 83 %, рН сольової витяжки – 5,5–6,3, гідролітична кислотність сягає 3 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Відносно легкий механічний склад ґрунту сприяє доброму його обробітку, водопроникності, хорошому повітряному і тепловому режимам. Однак такі ґрунти здатні запливати, особливо під час сильних опадів, тому на поверхні утворюється кірка.

Ґрунти дослідної ділянки мають середню забезпеченість елементами

мінерального живлення і відзначаються слабокислою, близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину, що добре позначається на продуктивності пшениці ярої. Дослідне поле має таку агрохімічну характеристику: вміст гумусу 3,6–4,5 %, гідролізованого азоту – 5,5–6,4 мг, рухомого фосфору – 19,0–27,1 мг і обмінного калію – 11,2–18,0 мг на 100 г ґрунту, рН сольове – 5,3–6,4, сума поглинутих основ – 23,1–28,6 мг-екв. на 100 г ґрунту, ступінь насиченості основами – 86,2–94,4 %.

Характерною рисою клімату області, зокрема, є помірна континентальність. За різких знижень температури повітря, дощової погоди і шквалистих вітрів у період формування стеблостою різко зростає ймовірність вилягання рослин пшениці.

Відомо, що внаслідок раннього та інтенсивного вилягання посівів втрачається до 60 % урожаю. Навіть сприятливі умови весняно-літньої вегетації не дають виробникам зерна гарантії на отримання високих урожаїв. Вилягання посівів зернових зменшує врожайність як із фізіологічних, так і механічних причин, крім того, погіршується якість зерна. В окремі роки минулого сторіччя дія цього фактора набула такого катастрофічного характеру, коли винятком були посіви без вилягання. Впровадження у виробництво низькорослих і напівкарликових форм, а також використання ретардантів, що гальмують процеси росту рослин і сприяють підвищенню їхньої стійкості до вилягання, не розв'язали цю проблему цілком [142–144].

Дослідження свідчать, що через різкі перепади температури повітря, пов'язані з глобальним потеплінням, посухи стали сильнішими, кількість опадів зменшилась, але іноді протягом доби може випасти їх місячна норма. Своєчасне визначення негативного впливу змін метаболізму рослин, що відбуваються в умовах пониженої температури та підвищеної вологості, сприятиме об'єктивному оцінюванню селекційного матеріалу пшениці на схильність до вилягання.

Як наслідки змін клімату, у рослинах відбуваються процеси, що призводять до уповільнення лігніфікації клітин провідних судинних пучків стінок рослин, знижується міцність соломини. За міцністю соломини можна прогнозувати ступінь вилягання посівів в умовах нерівномірного вологозабезпечення і різких добових коливань температури повітря.

За період проведення польових досліджень кліматичні умови були в цілому сприятливими для вирощування пшениці твердої ярої. Але впродовж вегетаційного періоду спостерігали відхилення погодних умов від

середньобагаторічних параметрів. За даними Миронівської агрометеостанції, погодні умови супроводжувалися зменшенням кількості атмосферних опадів та підвищенням температури (табл. 2.1).

У роки досліджень високі температури повітря в період формування і наливу зерна негативно впливали на виповненість та величину зернівок пшениці, а відтак і на формування рівня продуктивності.

Таблиця 2.1

Гідротермічні умови вегетації пшениці твердої ярої

Період вегетації		2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середні багаторічні дані
Сівба - сходи	$\sum t_{(акт.)}, ^\circ C$	127,4	154,1	139,4	130,9
	Середня t повітря, $^\circ C$	9,1	11,0	9,7	9,4
	\sum опадів, мм	35,7	9,2	12,2	34,0
	ГТК	2,8	0,60	0,87	2,6
Сходи - вихід у трубку	$\sum t_{(акт.)}, ^\circ C$	398,3	521,6	350,0	357,3
	Середня t повітря, $^\circ C$	15,9	19,3	14,5	13,2
	\sum опадів, мм	59,5	30,8	56,7	24,0
	ГТК	1,5	0,59	1,62	0,67
Вихід у трубку - колосіння	$\sum t_{(акт.)}, ^\circ C$	247,1	248,2	318,6	234,5
	Середня t повітря, $^\circ C$	17,6	17,7	18,7	16,7
	\sum опадів, мм	15,5	36,9	133,5	44,0
	ГТК	0,63	1,48	4,19	1,88
Колосіння - повна стиглість	$\sum t_{(акт.)}, ^\circ C$	1005	980	909,4	828
	Середня t повітря, $^\circ C$	20,1	22,3	18,9	18,4
	\sum опадів, мм	62,5	72,4	157,8	90,0
	ГТК	0,62	0,73	1,73	1,08

Зазвичай практично до V етапу органогенезу рослини пшениці ярої потерпали від нестачі вологи та періодичного підвищення температури повітря вище норми, що не могло не позначатись на формуванні елементів продуктивності, адже саме на III і IV етапах органогенезу визначається можлива продуктивність колоса, а для пшениці твердої ярої – це одна із вирішальних складових урожайності.

На ріст і розвиток рослин та їхню врожайність впливає комплекс чинників навколишнього середовища. Зміна лише одного з метеорологічних

параметрів призводить до мінливості впливу інших. Тому дуже важливо досліджувати комплексний вплив на рослини природних чинників. Метеоролог Г. Т. Селянинов запропонував для оцінки гідротермічних умов та їхнього зв'язку з урожайністю використовувати показник відношення кількості опадів до суми температур повітря (інтенсивність випаровування) за певний період, назвавши його гідротермічним коефіцієнтом (ГТК). Гідротермічний коефіцієнт є умовним вираженням балансу вологи і визначає відношення приходу вологи до її витрати [145].

Для характеристики погодних умов по місяцях використовували коефіцієнти суттєвості (K_c) відхилень елементів гідротермічного режиму за методикою Д. А. Педя [146] та запропонований Г. Т. Селяниновим гідротермічний коефіцієнт [147, 148].

Аналіз коефіцієнтів суттєвості відхилень температури повітря від середньобаторічних показників свідчить, що умови періоду 2012–2014 рр. пшениці твердої ярої відрізнялись від середньомісячних багаторічних (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Коефіцієнти суттєвості відхилень температури повітря (K_c)

Період вегетації	Коефіцієнт суттєвості, K_c	Група за градацією
2012 р.		
Сівба - сходи	0,75	I*
Сходи - вихід у трубку	3,26	III***
Вихід у трубку - колосіння	1,50	II**
Колосіння - повна стиглість	1,70	II
2013 р.		
Сівба - сходи	0,36	I
Сходи - вихід у трубку	3,60	III
Вихід у трубку - колосіння	1,60	II
Колосіння - повна стиглість	0,80	I
2014 р.		
Сівба - сходи	0,38	I
Сходи - вихід у трубку	0,66	I
Вихід у трубку - колосіння	2,10	III
Колосіння - повна стиглість	0,78	I
*I – умови близькі до звичайних; **II – умови суттєво відрізняються від середніх багаторічних; ***III – умови наближені до рідкісних		

За роки досліджень міжфазний період сівба – сходи належав до I категорії ($K_c = 0,75; 0,36; 0,38$ відповідно); період сходи – вихід у трубку 2012, 2013 рр. – до III категорії ($K_c = 3,26; 3,60$ відповідно); 2014 р. – до I категорії ($K_c = 0,66$); період колосіння – повна стиглість 2012 р. – до II категорії ($K_c = 1,70$); 2013, 2014 рр. – до I категорії ($K_c = 0,80; 0,78$ відповідно).

Вегетаційний період пшениці твердої ярої за коефіцієнтом суттєвості відхилень кількості опадів відрізнявся від середньобагаторічних показників (табл. 2.3). У 2012 р. періоди сівба – сходи та сходи – вихід у трубку за кількістю опадів належали до II категорії ($K_c = 1,10; -1,10$), а періоди вихід у трубку – колосіння та колосіння – повна стиглість мали умови, що є близькими до звичайних ($K_c = -0,40; 0,03$), тобто належали до I категорії. Агromетeорологічні умови 2013, 2014 рр. у міжфазний період сівба – сходи належали до I категорії ($K_c = -0,05; -0,09$ відповідно), періоди вихід у трубку– колосіння ($K_c = -1,80; 1,43$ відповідно) та колосіння – повна стиглість – до II категорії ($K_c = -1,20; 1,73$ відповідно).

Таблиця 2.3

Коефіцієнти суттєвості відхилень суми опадів (K_c)

Період вегетації	Коефіцієнт суттєвості, K_c	Група за градацією
2012 р.		
Сівба - сходи	1,10	II**
Сходи - вихід у трубку	-1,10	II
Вихід у трубку - колосіння	-0,40	I*
Колосіння - повна стиглість	0,03	I
2013 р.		
Сівба - сходи	-0,05	I
Сходи - вихід у трубку	0,24	I
Вихід у трубку - колосіння	-1,80	II
Колосіння - повна стиглість	-1,20	II
2014 р.		
Сівба - сходи	-0,09	I
Сходи - вихід у трубку	-1,07	II
Вихід у трубку - колосіння	1,43	II
Колосіння - повна стиглість	1,73	II
*I – умови близькі до звичайних;		
**II – умови суттєво відрізняються від середніх багаторічних;		

У формуванні врожаю зернових культур визначальне значення мають весняні опади [149]. Найбільший зв'язок спостерігається між урожаєм пшениці ярої і опадами травня-червня, що відповідає періоду розвитку від кущіння до колосіння. За водних стресів у період від кущіння до цвітіння пшениці відзначається значне зниження індексу листової поверхні, кількості зерен у колосі, маси 1000 зерен та врожаю зерна [150]. Вологозабезпеченість рослин справляє великий вплив на закладання генеративних органів. За недостатнього вологозабезпечення в період кущіння пшениці знижується кількість колосків у колосі, а за дефіциту вологи після цвітіння припиняється розвиток зерен [151]. На ранніх стадіях формування зернівки водний дефіцит призводить до значного зниження кількості зерен у колосі [152, 153].

2.2. Матеріал і методика досліджень

Запорукою створення сучасних високопродуктивних сортів, безумовно, є вихідний матеріал [154]. Використання короткостеблового селекційного матеріалу за материнську форму дало можливість встановити у гібридів тенденцію до укорочення міжвузлів і підвищення міцності стебла на злам [155]. Таким чином, вихідний матеріал є предметом постійної та підвищеної уваги селекціонерів, адже від його наявності та якості багато в чому залежить результативність селекції [33].

Добір батьківських компонентів для схрещування значною мірою визначає успіх гібридизації. Генетичний потенціал цінних господарських ознак при внутрішньовидових схрещуваннях обмежений. Необхідні пошуки нових методів збагачення генотипу пшениці новими цінними ознаками. Одним із таких методів є віддалена і, насамперед, міжвидова гібридизація. При міжвидових схрещуваннях селекціонер зазвичай отримує генетично збагачену гібридну популяцію, з якої можна виокремити лінії з новими трансгресивними ознаками, що відсутні у вихідних формах [156]. Доцільність використання міжвидової гібридизації в селекції пшениці доведено створенням сортів і перспективних форм з селекційно-цінними ознаками [157, 158].

З метою підбору батьківських компонентів для гібридизації досліджували сортозразки з колекції лабораторії селекції ярої пшениці МПП. Матеріалом для досліджень були 210 колекційних зразків пшениці твердої ярої різного еколого-географічного походження. Новий вихідний матеріал

створювали шляхом внутрішньовидових і міжвидових схрещувань. За батьківські форми для внутрішньовидової гібридизації у 2012 р. використано 10 сортів та сім константних ліній пшениці твердої ярої, що характеризуються рядом позитивних ознак (продуктивність, стійкість до вилягання). Для міжвидової гібридизації відібрано два сорти пшениці м'якої озимої з метою отримання гібридів з більш міцною соломиною та високою продуктивністю, а також три сорти і шість ліній пшениці м'якої ярої та вісім сортів і дві лінії пшениці твердої ярої вітчизняної та зарубіжної селекції, що відзначились комплексом цінних господарських ознак (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Батьківські компоненти та гібридні комбінації пшениці твердої ярої

Материнська форма	Батьківська форма	F ₁
внутрішньовидові схрещування		
Харківська 27	Neodur	Харківська 27 × Neodur
Харківська 27	Леукурум 99-6	Харківська 27 × Леукурум 99-6
Лінія 10-03	Ammar-9	Лінія 10-03 × Ammar-9
Леукурум 06-07	Саратовская золотистая	Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая
Харківська 37	Лінія 10-01	Харківська 37 × Лінія 10-01
Саратовская золотистая	Neodur	Саратовская золотистая × Neodur
Ізольда	Леукурум 99-6	Ізольда × Леукурум 99-6
Леукурум 06-07	Харківська 29	Леукурум 06-07 × Харківська 29
Мелянопус 10-02	Славута	Мелянопус 10-02 × Славута
Чадо	Мелянопус 10-02	Чадо × Мелянопус 10-02
Леукурум 05-20	Славута	Леукурум 05-20 × Славута
Мелянопус 10-02	Леукурум 99-6	Мелянопус 10-02 × Леукурум 99-6
Спадщина	Лінія 10-01	Спадщина × Лінія 10-01
Лінія 10-04	Ammar-9	Лінія 10-04 × Ammar-9
міжвидові схрещування		
Лінія 06-15*	Neodur	Лінія 06-15 × Neodur
Лінія 07-16*	Леукурум 99-6	Лінія 07-16 × Леукурум 99-6
Лінія 04-13*	Ammar-9	Лінія 04-13 × Ammar-9
Лінія 08-17*	Саратовская золотистая	Лінія 08-17 × Саратовская золотистая
Лінія 14-23*	Харківська 27	Лінія 14-23 × Харківська 27
Лінія 10-02*	Лінія 11-20	Лінія 10-02 × Лінія 11-20
Кучумівка	Миронівська золотоверха**	Кучумівка × Миронівська золотоверха
Харківська 27	Ювіляр миронівський**	Харківська 27 × Ювіляр миронівський
Елегія миронівська*	Жізель	Елегія миронівська × Жізель
Рання 93*	Харківська 27	Рання 93 × Харківська 27
Струна миронівська*	Ізольда	Струна миронівська × Ізольда
Струна миронівська*	Чадо	Струна миронівська × Чадо

Примітки: * – пшениця м'яка яра; ** – пшениця м'яка озима

Констатні лінії, які використовували у схрещуваннях, були створені у лабораторії селекції ярої пшениці МПП і виділені за окремими або групою селекційних ознак та включені до робочої колекції лабораторії.

Оцінку стійкості рослин пшениці твердої ярої до вилягання проводили за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [159]. Стійкість до корневих гнилей оцінювали в польових умовах у період максимального розвитку хвороби на штучному інфекційному фоні за загальноприйнятою методикою [160].

Міцність соломини на злам визначали за методикою С. І. Кузнецової, використовуючи динамометричний пристрій [161–163].

Урожай збирали вручну, зжинаючи всі рослини в снопи, обмолочували на сноповій молотарці.

Структурний аналіз колекційних зразків проводили за середньою вибіркою з 25 рослин, статистичну обробку результатів досліджень – згідно з методикою варіаційної статистики за Б. О. Доспеховим [164]. Показник гомеостатичності (Ном) та селекційну цінність (Sc) вираховували за формулами В. В. Хангільдіна [165]. Для аналізу сили кореляційного зв'язку між ознаками використовували шкалу, запропоновану Ю. Л. Гужовим із співробітниками [166], похибку коефіцієнта кореляції визначали за П. Ф. Рокицьким [167].

Ступінь домінування (h_p) виявляли за формулою В. Griffing [168]. Групування отриманих даних проводили відповідно до класифікації G. M. Veil, R. E. Atkins [169]. Гетерозисний ефект у F_1 оцінювали порівняно до кращого батьківського компонента (істинний гетерозис) [170, 171]. Коефіцієнт успадкованості ознак в широкому розумінні (H^2) визначали за методикою I. Mahmud et al. [172], у вузькому розумінні (h^2) – О. О. Жученка [173]. Ступінь (Tc) і частоту (Tч) позитивної трансгресії розраховували за методикою Г. С. Воскресенської, В. І. Шпота [174].

РОЗДІЛ 3.

ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ

Як свідчить практика, значні зрушення у вітчизняній селекції пшениці пов'язані із широким використанням вихідного матеріалу з інших країн. Це сприяє збільшенню генотипової мінливості і створенню високоврожайних сортів, добре адаптованих до різних природних зон [91, 175, 176].

Систематичне вивчення адаптованого колекційного матеріалу і формування ознакових колекцій дає можливість виявити зразки з цінними властивостями для ефективного використання у практичній селекції [177, 178]. У світовому генофонді пшениці налічується значна кількість сортів і форм, що можна використовувати як джерела окремих ознак і властивостей. Однак цінність генетичних джерел зростає при віддаленості за генетичним походженням, здатності стабільно відтворювати високий рівень цінних господарських ознак у контрастних кліматичних умовах, наявності позитивних донорських властивостей та поєднання різних позитивних ознак у межах одного генотипу [182, 183].

Сучасний селекційний процес передбачає орієнтацію на генетичний захист рослин від дії несприятливих умов середовища, тому раціональним є вивчення генетичних особливостей вихідного матеріалу хоча б за ключовими ознаками [181, 182]. Тому особливої актуальності набуває експериментальна перевірка ознак колекційних зразків пшениці твердої ярої з різних країн світу. Залучення до гібридизації допомагає чіткіше виявити їхню селекційну цінність для створення сортів з комплексом цінних господарських ознак у певних ґрунтово-кліматичних умовах вирощування.

3.1. Висота рослин та стійкість до вилягання

У 2007–2020 рр. було досліджено більше 200 зразків пшениці твердої ярої різного еколого-географічного походження, отриманих з Національного центру генетичних ресурсів рослин (Інститут рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН, м. Харків), міжнародних селекційних центрів CIMMYT та ICARDA. Колекційні зразки пшениці твердої ярої походженням з дев'яти країн світу охоплюють вісім різновидностей: 32 % різновиду *var. hordeiforme*, 30 % –

var. leucurum, 19 % – *var. leucomelan*, 10 % – *var. melanopus*, 4 % – *var. muticohordeiforme*, 3 % – *var. erythromelan*, 1 % – *var. candicans*, 1 % – *var. caerulescens*. У 2012–2014 рр. за різними ознаками було проаналізовано 110 колекційних зразків пшениці твердої ярої. Розподіл їх за країнами світу представлений на рисунку 3.1.

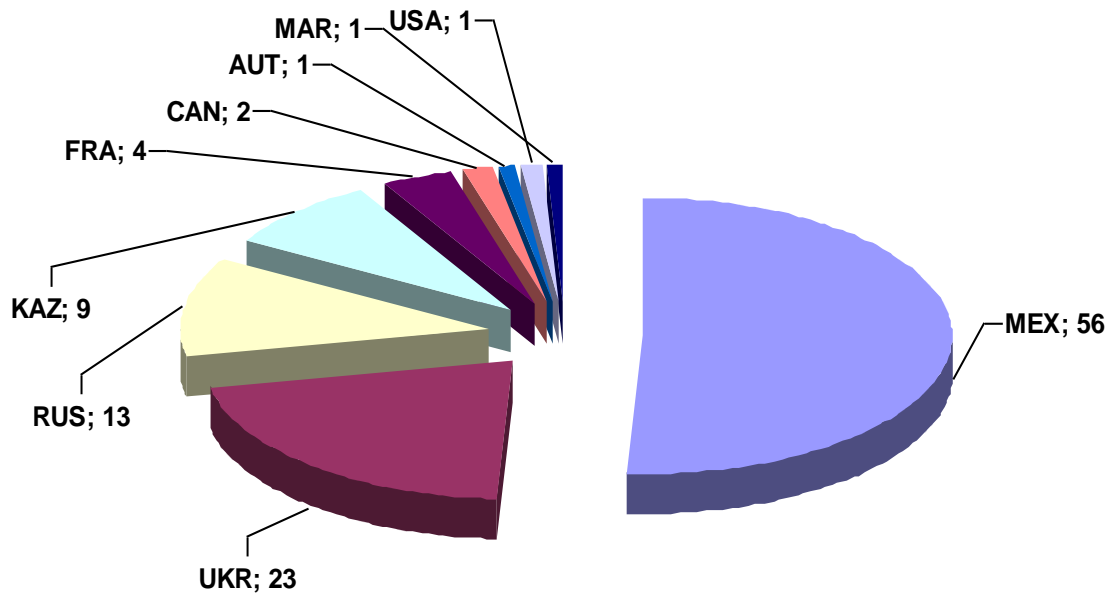


Рис. 3.1. Розподіл колекційних зразків пшениці твердої ярої за країнами походження, шт.

Основна частина колекційних зразків пшениці твердої ярої походить з Мексики – 56 (50,9 %), України – 23 (20,9 %), Росії – 13 (11,8 %), Казахстану – 9 (8,2 %), Франції – 4 (3,6 %), Канади – 2 (1,8 %), Австрії – 1 (0,9 %), Марокко – 1 (0,9 %) та США – 1 (0,9 %).

У формуванні врожаю велику роль відіграє стебло, від висоти та анатомічних особливостей стебла залежить стійкість рослини до вилягання [183]. Тому аналіз світових зразків пшениці твердої ярої різного еколого-географічного походження та визначення генетичних джерел, що поєднують низькорослість з іншими цінними селекційними ознаками, є одним із важливих завдань селекційно-генетичної роботи. Міцність стебла, як відомо, значною мірою пов'язана з висотою рослин, що контролюється складною системою генів і чинниками навколишнього середовища [6]. Тенденція до створення низькорослих сортів існує давно і пов'язана, зокрема, з вимогами

інтенсивного землеробства та широким використанням мінеральних добрив.

Результати багаторічних досліджень (2007–2020 рр.) колекції із 189 зразків пшениці твердої ярої різного еколого-географічного походження показали, що висота рослин колекційних зразків варіювала від 47 см до 105 см. Це дало підстави розподілити їх на 3 групи – середньорослі, низькорослі та карлики (рис.3.2).

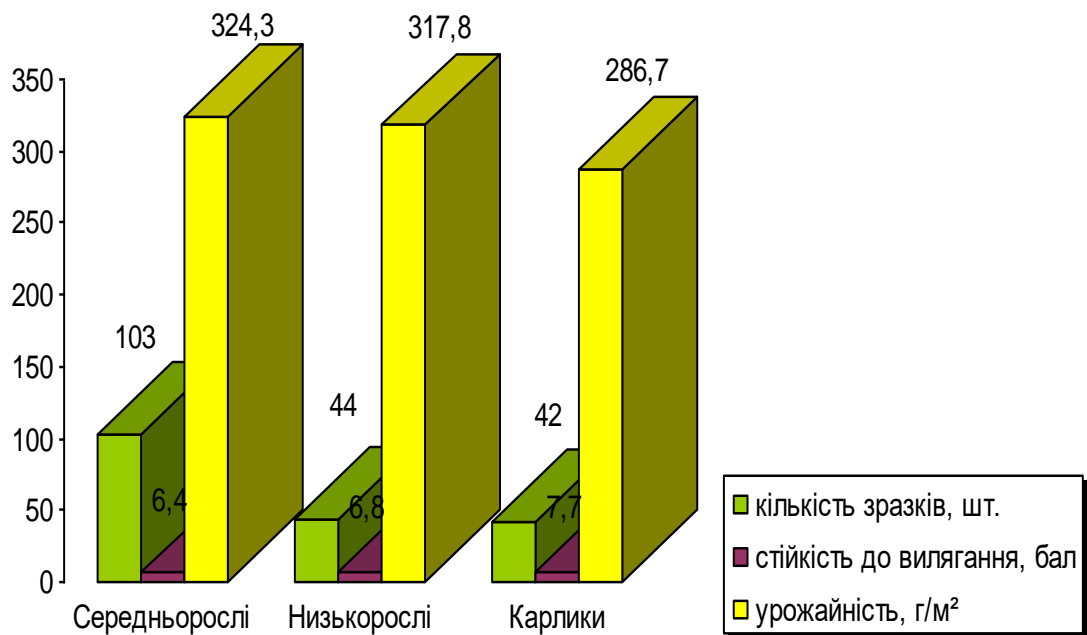


Рис. 3.2. Розподіл колекційних зразків пшениці твердої ярої за висотою

Аналіз отриманих даних свідчить, що 103 зразки (54,5 %) з України, Росії, Казахстану, Мексики, Франції були середньорослими (від 85 см до 105 см); із 44 (23,3 %) низькорослих зразків (60 см–85 см) більшість походить з Казахстану; 42 зразки (22,2 %) з Мексики, Франції, України, Австрії, США виявились карликами з висотою рослин у межах 47–60 см. Найвищу стійкість до вилягання (7,7 балів) виявляли карликові форми. Погодні умови впливали на висоту рослин та їхню стійкість до вилягання. Гідротермічні коефіцієнти за 2007–2020 рр. представлені у (табл. 3.1).

Слід зазначити, що посіви в колекційному розсаднику не вилягали лише у 2007 р., оскільки під дією надмірної посухи (ГТК=0,65) переважна більшість рослин виявились низькорослими. Незначна кількість опадів та відносно висока температура спостерігались також у 2013 р. (ГТК=0,78) та 2017 р. (ГТК=0,96), що сприяло зменшенню вилягання посівів пшениці твердої ярої у розсадниках. За вегетаційний період 2011 р. випало 417,6 мм

опадів, що спричинило збільшення висоти рослин та першу хвилю вилягання. У період колосіння – повна стиглість випало більше 80 % від середньобогаторічних опадів, значна частка яких була зливого характеру, що спричинило другу хвилю вилягання посівів. У роки з найбільш сприятливими гідрометеорологічними умовами (ГТК від 1,20 до 1,43) формувалися рослини з достатнім рівнем стійкості до вилягання.

Таблиця 3.1

Гідротермічні коефіцієнти за вегетаційний період пшениці ярої

Рік	Сума опадів, мм	Сума ефективних температур, °С	ГТК
2007	109,5	169,2	0,65
2008	322,1	162,1	1,98
2009	194,2	184,7	1,05
2010	256,2	179,6	1,43
2011	417,6	180,5	2,31
2012	289,0	225,0	1,28
2013	150,0	191,4	0,78
2014	330,0	161,5	2,04
2015	203,0	169,5	1,20
2016	248,3	187,2	1,33
2017	170,7	177,2	0,96
2018	250,0	175,4	1,42
2019	259,9	192,3	1,35
2020	301,3	167,3	1,80
Середня багаторічна	192,0	120,0	1,60

Порівняльний аналіз висоти рослин та їхньої стійкості до вилягання дав можливість виділити кращі за комплексом цих параметрів колекційні зразки. Результати експериментів, проведених у 2012–2014 рр. зі 110 зразками, серед яких середньорослі (27 шт.), низькорослі (28 шт.) та карлики (55 шт.), представлено у (таб. 3.2).

Висота середньорослих зразків була в межах від 85,8 см у колекційного зразка Дарина (UKR) до 98,9 см у Леукурум 10–28 (UKR). Близько 59 % проаналізованих середньорослих зразків виявили високу стійкість до вилягання (бал 7–8). Серед них Золотко, Кустанайская 30, Діана, Леукурум 10–07. Достатньо стійкими до вилягання (бал 5–6) виявились 41 % зразків: Новодонская, Безенчукская 182, Кандиканс 12 (RUS), Гордеїформе 17–41, Накат (UKR) та інші.

Таблиця 3.2

Статистичні параметри кращих середньорослих колекційних зразків пшениці твердої ярої за висотою рослин та стійкістю до вилягання

Зразок, сорт-стандарт	Країна походження	Висота рослин		Стойкість до вилягання, бал
		($X \pm S_x$), см	Коефіцієнт варіації (V), %	
Харківська 27 (стандарт)	UKR	87,5±1,4	5,3	7
Леукурум 10-28	UKR	98,9±2,3	7,6	7
Бошак	KAZ	98,6±1,7	4,5	7
Альдаринка	UKR	97,6±1,2	3,9	7
Чадо	UKR	93,5±1,4	4,7	7
Золотко	UKR	92,5±1,1	3,8	8
111 MUSK 7	MEX	92,1±1,7	5,9	7
Янтар Луганщини	UKR	91,7±1,0	3,5	7
Кустанайская 30	KAZ	91,6±1,1	3,8	8
Безенчукский янтарь	RUS	90,7±0,8	3,0	7
Кустанайская 28	KAZ	89,8±1,3	4,7	7
Діана	UKR	89,8±1,8	6,6	8
Нурлы	KAZ	88,9±0,9	3,2	7
Леукурум 10-07	UKR	87,5±1,3	4,8	7- 8
Дарина	UKR	85,8±1,3	1,2	7
X (по 27 зразках)	-	91,7±1,5	5,2	6,7
min	-	85,8±0,9	3,0	5,0
max	-	98,9±2,1	12,7	8,0

Коефіцієнт варіації виявився незначним і не перевищував 10 %. Для подальшої селекційної роботи добирали зразки, що мали найбільш низький коефіцієнт варіації висоти рослин.

Стойкість до вилягання кращих низькорослих та карликових форм була в межах 7–8 балів (табл. 3.3).

Таблиця 3. 3

**Статистичні параметри кращих низькорослих і карликових
колекційних зразків пшениці твердої ярої за висотою рослин
та стійкістю до вилягання**

Зразок, сорт-стандарт	Країна поход- ження	Висота рослин		Стійкість до вилягання, бал
		($X \pm S_x$), см	Коефіцієнт варіації (V), %	
Харківська 27 (стандарт)	UKR	87,5±1,4	5,3	7
Низькорослі				
Омская степная	RUS	83,6±1,5	5,8	7
Твердая 187	MAR	83,5±1,0	3,2	7
Алтын-шигыс	KAZ	83,2±1,2	4,5	7
Нащадок	UKR	82,7±1,9	7,4	7
Безенчукская -степная	RUS	82,1±0,9	3,7	7
Луганська 7	UKR	82,0±0,9	3,6	7
Харківська 19	UKR	81,9±0,8	3,2	7
Мелянопус 10-02	UKR	80,0±1,5	6,2	8
X (по 28 зразках)	-	79,1±1,2	5,0	6,8
min	-	71,3±1,1	3,0	5,0
max	-	83,6±2,1	13,2	8,0
Карлики				
28 THIDYN-89 CALELO 2	MEX	59,6±1,3	7,3	8
103 КАВА-САУЛАК 2	MEX	58,5±1,4	7,5	7
28 THIDSN-2-84 HAI-OUI	MEX	57,8±1,6	9,4	7
143 KIRKI 9	MEX	57,5±1,6	8,7	8
138 PODICEPS 9	MEX	56,9±1,7	9,6	8
27 THIDYN 95-96-8 ROMARINO 1	MEX	56,9±1,5	8,2	8
30 GHAZ 1	MEX	55,8±1,1	6,1	8
X (по 55 зразках)	-	54,9±1,3	7,6	7,5
min	-	51,0±1,0	5,9	7,0
max	-	59,6±2,2	11,8	8,0

Дослідження врожайності колекційних зразків дало підстави виокремити кращі середньорослі зразки пшениці твердої ярої, що

характеризувались високим рівнем урожайності та стійкості до вилягання (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Урожайність та стійкість до вилягання кращих середньорослих
колекційних зразків пшениці твердої ярої**

Зразок, сорт-стандарт	Країна походження	Урожайність з ділянки, г/м ²	+ до St	Висота рослин, см	Стійкість до вилягання, бал
Харківська 27 (стандарт)	UKR	309	-	87,5	7
Леукурум 10-28	UKR	459	+150	98,9	7
111 MUSK 7	MEX	446	+137	92,1	7
Нурлы	KAZ	435	+126	88,9	7
Кустанайская 30	KAZ	399	+90	91,6	8
Бошак	KAZ	351	+42	98,6	7
Альдаринка	UKR	342	+33	97,6	7
Чадю	UKR	332	+23	93,5	7
Леукурум 10-07	UKR	328	+19	87,5	7
Кустанайская 28	KAZ	326	+17	89,8	7
Безенчукский янтарь	RUS	321	+12	90,7	7
Золотко	UKR	318	+9	92,5	8
Янтар Луганщини	UKR	317	+8	91,7	7
Діана	UKR	315	+6	89,8	8
НІР ₀₅		15,4		4,7	
X (по 27 зразках)		242,2	-	91,7	6,7
min	-	228,0	-	85,8	6,0
max	-	459,0	-	98,9	8,0

Найбільш урожайними виявились зразки з України, Казахстану, Мексики, зокрема Золотко, Діана (UKR), Кустанайська 30 (KAZ).

За результатами досліджень нами виділені кращі низькорослі та карликові колекційні зразки пшениці твердої ярої (табл. 3.5).

За продуктивністю серед низькорослих переважали сорти української селекції, серед карликів – мексиканські. Карликові зразки виявились достатньо врожайними, тому в селекції на низькорослість і стійкість до вилягання цінними були зразки, що мають генетично обумовлену короткостебловість, стійкість до вилягання та інші цінні ознаки. Проведені багаторічні дослідження (2007–2020 рр.) та аналіз зразків колекції пшениці твердої ярої за комплексом позитивних ознак дали можливість виділити

серед них джерела стійкості до вилягання та рекомендувати їх як вихідний матеріал для використання в селекційних програмах (табл. 3.6).

Таблиця 3.5

**Урожайність та стійкість до вилягання кращих низькорослих
і карликових колекційних зразків пшениці твердої ярої**

Зразок, сорт-стандарт	Країна походження	Урожайність з ділянки, г/м ²	+ до стандарту	Висота рослин, см	Стійкість до вилягання, бал
Харківська 27 (стандарт)	UKR	309	-	87,5	7
Низькорослі					
Нащадок	UKR	361	+52	82,7	7
Омская степная	RUS	359	+50	83,6	7
Луганська 7	UKR	352	+43	82,0	7
Харківська 19	UKR	347	+38	81,9	7
Меянопус 10-02	UKR	338	+29	80,0	8
Алтын-шигыс	KAZ	320	+11	83,2	7
Твердая 187	MAR	317	+8	83,5	7
Безенчукская степная	RUS	311	+2	82,1	7
НІР ₀₅		9,4		3,1	
X (по 28 зразках)	-	237,4	-	79,1	6,8
min	-	214,0	-	71,3	6,0
max	-	361,0	-	83,6	8,0
Карлики					
138 PODICEPS 9	MEX	440	+131	56,9	8
28 THIDSN-2-84 HAI-OUI	MEX	429	+120	57,8	7
30 GHAZ 1	MEX	418	+109	55,8	8
28 THIDYN-89 CALELO 2	MEX	397	+88	59,6	8
103 KABA- CAYLAK 2	MEX	395	+86	58,5	7
27 THIDYN 95-96- 8 ROMARINO 1	MEX	381	+72	56,9	8
143 KIRKI 9	MEX	349	+40	57,5	8
НІР ₀₅		13,2		1,8	
X (по 55 зразках)	-	244,7	-	54,9	7,5
min	-	221,0	-	51,0	7,0
max	-	440,0	-	59,6	8,0

Джерела стійкості до вилягання, виокремлені серед середньорослих (Чадо, Золотко, Леукурум 10–07, Безенчукская 182, Бошак, Кустанайская 30

та ін.), низькорослих (Нащадок, Алтайський простор, Алтын-шигыс та ін.) та карликових (28 THIDSN-2-5-8, Adamar 7, Neodur, Olga, Multidur, Belladur та ін.) зразків, поєднували цю ознаку з високим рівнем продуктивності.

Таблиця 3.6

**Колекційні зразки пшениці твердої ярої як джерела стійкості
до вилягання**

Група за висотою рослин	Зразок, країна походження
Середньорослі (86–105 см)	Чадо, Золотко, Леукурум 10–07, Славута, Накат, Леукурум 10–28, Айдарлінка, Янтар Луганщини (UKR), Безенчукская 182, Изумруд, Алтайський янтарь, Саратовская золотистая (RUS), 111 MUSK 7 (MEX), Алтын-дала, Бошак, Кустанайская 30, Кустанайская 10, Нурлы (KAZ)
Низькорослі (60–85 см)	Нащадок, Луганська 7, Харківська 19 (UKR), Омская степная, Алтайський простор, Безенчукская степная, Линия 2531 (RUS), Алтын-шигыс, Асангали (KAZ), Твердая 187 (MAR)
Карлики (до 60 см)	28 THIDSN-2-5-8, Adamar 7, 27 THIDYN-89 CALLENO, 116 PAGILA 9, 53 BISHOFTUI, LABUD SRN 2, 1 CANELO 9, 196 STOT 1, 211 TIANE 5, MAGH 72 FUFO, GRYAND 1, 138 PODICEPS 9 (MEX), Neodur, Olga, Multidur (FRA), Belladur (AUT)

Вони були використані для створення таких сортів пшениці твердої ярої, як Діана (джерело Olga), МІП Магдалена, МІП Райдужна (Лінія Мелянопус 10–02).

Таким чином, генетичні ресурси рослин, цілеспрямована інтродукція, всебічне дослідження та ефективне використання нових сортів і форм спричиняють значні зрушення у вітчизняній селекції. А одним із шляхів розширення генотипової мінливості пшениці можна вважати активне залучення до гібридизації вихідного колекційного матеріалу з різних країн світу.

**3.2. Морфологічні особливості будови стебла і
стійкість до вилягання**

Висота рослини пшениці та особливості морфологічної й анатомічної будови стебла мають значний вплив на розвиток і формування в ценозі

складного комплексу цінних господарських ознак [184]. Встановлено залежність між виляганням, висотою рослин та деякими анатомічними і морфологічними ознаками стебла, а саме довжиною двох нижніх і верхнього міжвузлів, а також товщиною та міцністю соломини.

Міцність соломини на рівні другого міжвузля відіграє важливу роль у стійкості сортів пшениці до вилягання і є важливою господарською ознакою. Велике значення у запобіганні зламу стебла за несприятливих умов середовища має товщина соломини у другому міжвузлі [132, 185].

Саме товщина другого міжвузля визначає можливість стеблового вилягання. Вивчення мінливості цієї важливої господарської ознаки сприяє пошуку і відбору на ранніх етапах селекції генотипів з міцним, стійким до вилягання стеблом.

Результати дослідження зразків пшениці твердої ярої показали, що стійкість до вилягання не завжди мала зв'язок з висотою рослин. Проводили аналіз факторів, що визначають стійкість різних за висотою зразків, визначали міцність соломини на злам за допомогою динамометричного пристрою.

Результати досліджень, проведених у 2012–2014 рр., представлено у (табл. 3.7).

Міцну соломину і високу стійкість до вилягання мали 16 середньорослих зразків, серед них Безенчукский янтарь (RUS), Бошак, Нурлы (KAZ), Альдаринка, Золотко, Діана (UKR). Товщина другого нижнього міжвузля колекційних зразків варіювала від 3,1 до 3,9 мм.

Стійкість до вилягання низькорослих зразків також залежала від міцності соломини. Найбільш високу міцність соломини на злам (690 г) і стійкість до вилягання (на рівні 8 балів) відмічено у лінії Мелянопус 10–02 (табл. 3.8).

Виявлено, що незважаючи на міцність соломини на злам (загалом 627–690 г) і довге останнє міжвузля (від 45 до 57 см) у низькорослих колекційних зразків спостерігали поникнення колоса і самого стебла.

Карлики поряд з найменшою серед проаналізованих зразків висотою рослин мали дещо нижчу міцність соломини на злам і порівняно меншу довжину верхнього міжвузля, але в більшості випадків їхня стійкість до вилягання була на рівні 8 балів (табл. 3.8).

Таблиця 3.7

**Ознаки стійкості до вилягання у середньорослих колекційних зразків
пшениці твердої ярої**

Зразок, сорт-стандарт	Країна походження	Міцність соломини на злам, г	Товщина другого нижнього міжвузля, мм	Довжина верхнього міжвузля, см	Стій- кість до виля- гання, бал	Уро- жайність з ділянки, г/м ²
Харківська 27 (стандарт)	UKR	653	3,7	49,3	7	309
Безенчукский янтарь	RUS	725	3,5	54,1	7	321
Бошак	KAZ	704	3,4	52,0	7	351
Нурлы	KAZ	688	3,4	61,0	7	435
Альдаринка	UKR	684	3,3	47,5	7	342
Золотко	UKR	683	3,8	51,4	8	318
Діана	UKR	680	3,5	52,2	8	315
Леукурум 10-07	UKR	659	3,1	44,9	7	328
Янтар Луганщини	UKR	653	3,3	47,6	7	317
Леукурум 10-28	UKR	649	3,9	43,1	7	459
Кустанайская 28	KAZ	640	3,2	42,8	7	326
111 MUSK 7	MEX	633	3,6	54,8	7	446
Кустанайская 30	KAZ	623	3,0	46,7	8	399
Чадо	UKR	622	3,7	52,3	7	332
НІР ₀₅	-	27	0,4	5,2	-	15,4
X (по 27 зразках)	-	587,0	2,8	41,8	6,7	274,2
min	-	445,0	2,1	32,9	5,0	228,0
max	-	725,0	3,9	61,0	8,0	459,0

Довжина першого верхнього міжвузля у середньорослих колекційних зразків (табл. 3.9) варіювала від 32,9 см (min) до 61,0 см (max) у сорту Нурлы (KAZ). Найкоротшим першим верхнім міжвузлям (32,9–39,9 см) характеризувались зразки 116 PAGILA 9 (MEX), Накат (UKR), Саратовская золотистая, Изумруд (RUS), довжина другого верхнього міжвузля була в межах від 18,6 до 30,4 см.

Таблиця 3.8

**Ознаки стійкості до вилягання у низькорослих та карликових
колекційних зразків пшениці твердої ярої**

Зразок, сорт-стандарт	Країна походження	Міцність соломини на злам, г	Товщина другого нижнього міжвузля, мм	Довжина верхнього міжвузля, см	Стій- кість до виля- гання, бал	Уро- жайність з ділянки, г/м ²
Харківська 27 (стандарт)	UKR	653	3,7	49,3	7	309
Низькорослі						
Мелянопус 10-02	UKR	690	3,4	47,2	8	338
Нащадок	UKR	685	3,5	49,8	7	361
Омская степная	RUS	674	3,1	57,4	7	359
Твердая 187	MAR	668	3,3	47,6	7	317
Алтын-шигыс	KAZ	665	3,2	51,2	7	320
Харківська 19	UKR	659	3,2	53,5	7	347
Луганська 7	UKR	646	3,1	40,8	7	352
Безенчукская степная	RUS	632	3,2	48,4	7	311
НІР ₀₅	-	24	0,4	3,5	-	9,4
X (по 28 зразках)	-	598,0	2,7	41,5	6,8	237,4
min	-	501,0	2,2	37,8	5,0	214,0
max	-	690,0	3,5	57,4	8,0	361,0
Карлики						
27 THIDYN 95-96-8 ROMARINO 1	MEX	635	3,4	37,6	8	381
28 THIDYN-89 CALELO 2	MEX	630	3,0	34,0	8	397
30 GHAZ 1	MEX	606	3,0	31,3	8	418
28 THIDSN-2-84 HAI- OUI	MEX	566	3,0	33,6	7	429
103 KABA-CAYLAK 2	MEX	561	3,1	38,8	7	395
138 PODICEPS 9	MEX	558	3,1	35,0	8	440
143 KIRKI 9	MEX	543	3,1	30,3	8	349
НІР ₀₅	-	33	0,4	3,6	-	13,2
X (по 55 зразках)	-	534,0	2,6	33,1	7,5	244,7
min	-	476,0	2,1	28,5	7,0	221,0
max	-	630,0	3,4	38,8	8,0	440,0

Відношення висоти рослини до діаметра 2-го міжвузля становило від 19,2 у зразка 116 PAGILA 9 (MEX) до 30,5 – Кустанайская 30 (KAZ), більшість проаналізованих колекційних зразків перевищували сорт-стандарт Харківська 27 за цим показником.

Таблиця 3.9

**Морфологічні показники стійкості до вилягання у середньорослих
колекційних зразків пшениці твердої ярої**

Зразок, сорт-стандарт	Країна походження	Висота рослини, см	Довжина верхніх міжвузлів, см		Відношення висоти до діаметра 2-го міжвузля
			першого	другого	
Харківська 27 (стандарт)	UKR	87,5±1,4	49,3±1,1	22,6±0,4	23,6±0,7
Леукурум 10-28	UKR	98,9±2,3	43,1±1,0	28,9±0,7	25,4±0,6
Бошак	KAZ	98,6±1,7	52,0±1,1	22,5±0,4	29,3±0,6
Альдаринка	UKR	97,6±1,2	47,5±1,0	23,1±0,5	29,6±0,5
Чадод	UKR	93,5±1,4	52,3±1,1	23,9±0,6	25,3±0,4
Золотко	UKR	92,5±1,1	51,4±1,2	21,7±0,6	24,3±0,5
111 MUSK 7	MEX	92,1±1,7	54,8±0,9	22,6±0,9	25,6±0,5
Янтар Луганщини	UKR	91,7±1,0	47,6±1,1	21,7±0,5	27,8±0,6
Кустанайская 30	KAZ	91,6±1,1	46,7±1,3	24,8±0,5	30,5±0,4
Безенчукский янтарь	RUS	90,7±0,8	54,1±1,3	21,4±0,7	25,9±0,4
Кустанайская 28	KAZ	89,8±1,3	42,8±1,1	20,7±0,4	28,1±0,7
Діана	UKR	89,8±1,8	52,2±1,0	20,7±0,4	25,6±0,5
Нурлы	KAZ	88,9±0,9	61,0±1,2	22,2±1,0	26,1±0,4
Леукурум 10-07	UKR	87,5±1,3	44,9±1,2	19,5±0,5	28,2±0,5
X (по 27 зразках)	-	91,7±1,5	41,8±1,1	20,8±0,6	24,1±0,7
min	-	85,8±0,9	32,9±1,0	18,6±0,6	19,2±0,6
max	-	98,9±2,1	61,0±1,3	30,4±0,7	30,5±0,7

Результати досліджень морфологічних показників стійкості до вилягання у низькорослих та карликових колекційних зразків надано в таблиці 3.10.

Довжина першого верхнього міжвузля коливалась у низькорослих зразків від 37,8 см у Харківська 41 (UKR) до 57,4 см у Омская степная (RUS), у карликів – від 28,5 см у Olga (FRA) до 38,8 см у 28 THIDSN-2-5-8 ADAMAR 7 (MEX). Найкоротшим першим верхнім міжвузлям (37,8–40,6 см) характеризувались 11 низькорослих зразків. Довжина другого верхнього міжвузля у низькорослих була в межах від 16,9 до 23,5 см, у карликів – від 11,6 до 17,9 см. Відношення висоти до діаметра 2-го міжвузля становило у низькорослих зразків від 19,2 у Харківська 41 (UKR) до 30,5 у Омская степная (RUS), у карликів – від 14,6 у Olga (FRA) до 20,3 у 28 THIDSN-2-5-8 ADAMAR 7 (MEX).

Таблиця 3.10

Морфологічні показники стійкості до вилягання у низькорослих та карликових колекційних зразків пшениці твердої ярої

Зразок, сорт-стандарт	Країна походження	Висота рослини, см	Довжина верхніх міжвузлів, см		Відношення висоти до діаметра 2-го міжвузля
			першого	другого	
Харківська 27 (стандарт)	UKR	87,5±1,4	49,3±1,1	22,6±0,4	23,6±0,7
Низькорослі					
Омская степная	RUS	83,6±1,5	57,4±1,2	20,7±0,6	26,9±0,6
Твердая 187	MAR	83,5±1,0	47,6±1,1	22,6±0,4	25,3±0,5
Алтын-шигыс	KAZ	83,2±1,2	51,2±1,2	23,4±0,6	26,0±0,6
Нащадок	UKR	82,7±1,9	49,8±1,0	22,9±0,3	23,6±0,5
Безенчукская степная	RUS	82,1±0,9	48,4±1,0	22,7±0,5	25,7±0,6
Луганська 7	UKR	82,0±0,9	40,8±1,3	21,9±0,4	25,6±0,5
Харківська 19	UKR	81,9±0,8	53,5±1,2	21,1±0,5	25,6±0,5
Мелянопус 10-02	UKR	80,0±1,5	47,2±1,1	19,6±0,5	23,5±0,6
X (по 28 зразках)	-	79,1±1,2	41,5±1,2	20,6±0,5	20,6±0,7
min	-	71,3±1,1	37,8±1,1	16,9±0,4	19,2±0,6
max	-	83,6±2,1	57,4±1,1	23,5±0,5	30,5±0,5
Карлики					
28 THIDYN-89 CALELO 2	MEX	59,6±1,3	34,0±1,0	13,6±0,5	19,2±0,5
103 KABA- CAYLAK 2	MEX	58,5±1,4	38,8±1,0	15,0±0,4	18,8±0,6
28 THIDSN-2-84 HAI-OUI	MEX	57,8±1,6	33,6±1,0	13,9±0,5	19,3±0,7
143 KIRKI 9	MEX	57,5±1,6	30,3±1,0	12,7±0,4	18,5±0,6
27 THIDYN 95-96-8 ROMARINO 1	MEX	56,9±1,5	37,6±1,1	16,7±0,5	16,7±0,5
138 PODICEPS 9	MEX	56,9±1,7	35,0±1,1	13,4±0,4	18,4±0,5
30 GHAZ 1	MEX	55,8±1,1	31,3±1,1	12,3±0,4	18,6±0,6
X (по 55 зразках)	-	54,9±1,3	33,1±1,2	13,7±0,5	17,4±0,6
min	-	51,0±1,0	28,5±1,1	11,6±0,4	14,6±0,5
max	-	59,6±2,2	38,8±1,2	17,9±0,4	20,3±0,5

Більшість колекційних зразків пшениці твердої ярої за цим показником поступалися сорту-стандарту Харківська 27 (середнє по 28 зразках складало 20,6±0,7). Аналіз колекційних зразків за морфологічними показниками показав, що стійкість до вилягання вища у випадках, якщо

меншою є довжина двох верхніх міжвузлів, а також меншим є відношення висоти рослини до діаметру 2-го міжвузля.

Серед досліджених колекційних зразків рекомендовано як джерела стійкості до вилягання середньорослі, низькорослі та карликові сортозразки пшениці твердої ярої з України, Казахстану, Росії, Франції, Австрії, Марокко та Мексики (табл. 3.11).

Таблиця 3.11.

**Колекційні зразки пшениці твердої ярої як джерела стійкості
до вилягання**

Країна походження	Зразки		
	середньорослі	низькорослі	карлики
Україна	Леукурум 10-28, Янтар Луганщини, Леукурум 10-07, Діана, Чадо, Золотко, Альдаринка	Нащадок, Луганська 7, Мелянопус 10-02, Харківська 19	-
Казахстан	Кустанайская 28, Нурлы, Бошак, Кустанайская 30	Алтын-шигис	-
Росія	Безенчукский янтарь	Омская степная, Безенчукская степная	-
Франція	-	-	Neodur, Olga, Multidur
Австрія	-	-	Belladur
Марокко	-	Твердая 187	-
Мексика	111MUSK 7	-	28 THIDSN-2-84 HAI-OUI, 138 PODICEPS 9, 30 GHAZ 1, 27 THIDYN 95-96-8 ROMARINO 1, 143 KIRKI 9, 28 THIDYN-89 CALELO 2, 103 KABA-CAYLAK

Для підвищення ефективності селекційного процесу пшениці твердої ярої у колекційних зразків визначали кореляційні зв'язки між стійкістю до вилягання і морфологічними показниками стебла (табл. 3.12). У середньорослих рослин найбільший кореляційний зв'язок ($r = 0,69$) спостерігали між стійкістю до вилягання і довжиною другого верхнього міжвузля. Низькорослі відзначались високим рівнем позитивної кореляції між стійкістю до вилягання і довжиною першого ($r = 0,89$) та другого

($r = 0,80$) верхніх міжвузлів, а також відношенням висоти до діаметру 2-го міжвузля ($r = 0,73$).

Таблиця 3.12

**Коефіцієнт кореляції (r), що визначає стійкість до вилягання
колекційних зразків пшениці твердої ярої**

Номер ознаки	Ознака	Ознака			
		2	3	4	5
Середньорослі					
1	Стійкість до вилягання	0,51	-0,10	0,69	0,16
2	Урожайність зерна	x	0,17	0,32	0,15
3	Довжина 1-го верхнього міжвузля		x	-0,48	0,12
4	Довжина 2-го верхнього міжвузля			x	0,13
5	Відношення висоти до діаметра 2-го міжвузля				x
Низькорослі					
1	Стійкість до вилягання	0,45	0,89	0,80	0,73
2	Урожайність зерна	x	0,23	-0,36	0,22
3	Довжина 1-го верхнього міжвузля		x	0,64	0,58
4	Довжина 2-го верхнього міжвузля			x	0,55
5	Відношення висоти до діаметра 2-го міжвузля				x
Карлики					
1	Стійкість до вилягання	-0,13	0,63	0,17	0,47
2	Урожайність зерна	x	0,13	-0,16	0,32
3	Довжина 1-го верхнього міжвузля		x	0,65	-0,17
4	Довжина 2-го верхнього міжвузля			x	-0,65
5	Відношення висоти до діаметра 2-го міжвузля				x

У карликових рослин найбільш високе значення мала кореляція між стійкістю до вилягання і довжиною першого верхнього міжвузля ($r = 0,63$). Тому з метою підвищення стійкості до вилягання ефективним є добір за цими ознаками. Позитивну кореляцію ($r = 0,65$) у карликів відмічено також між довжиною першого і другого міжвузлів. Отже, при виконанні селекційних

програм, в яких одним із напрямів є селекція на стійкість до вилягання, рекомендовано приділяти увагу цим ознакам.

3.3. Елементи структури продуктивності колекційних зразків пшениці твердої ярої

Продуктивність рослини – основна ознака, що характеризує господарську цінність створюваних сортів [17]. Урожайність реалізується через генетичний потенціал елементів структури продуктивності [186]. На прояв її окремих компонентів суттєво впливають умови довкілля. Основним напрямом у селекції пшениці є збільшення врожайності, головним фактором якої є підвищення продуктивності колоса.

Селекцію пшениці на продуктивність неможливо вести за одним показником, тому важливо знати оптимальні параметри формування всіх властивостей та ознак. Оцінка впливу окремих елементів продуктивності на формування врожаю допомагає селекціонеру досягнути поставленої мети [187].

Відомо, що основним шляхом підвищення врожайності є збільшення продуктивності колоса [188], зокрема, добір за довжиною колоса [82, 103]. У структурі врожаю довжина колоса є відносно сталою, генетично обумовленою сортовою ознакою, яка добре успадковується.

Проведено структурний аналіз 110 колекційних зразків пшениці твердої ярої за такими ознаками як довжина колоса, кількість колосків та зерен у колосі, маса зерна з колоса та маса 1000 зерен.

Отримані результати (табл. 3.13) свідчать, що довжина колоса у середньорослих, низькорослих та карликових колекційних зразків пшениці твердої ярої варіювала від 4,1 до 9,9 см, у сорту-стандарту Харківська 27 становила 5,9 см.

Проводячи добори в селекції на продуктивність, рекомендується брати до уваги три важливих елементи – кількість колосків та зерен у колосі, масу зерна з колоса. Кількість зерен у колосі зумовлена генетично, однак може змінюватися за більшої кількості фертильних квіток та відносно меншої кількості колосків або за меншої кількості фертильних квіток та більшої кількості колосків у колосі.

Кількість колосків у колосі (табл. 3.14) за роки досліджень коливалась у межах від 10,2 шт. у карлика 28 THIDYN-79 ADA-MARTISI (MEX) до

22,2 шт. у середньорослого зразка Леукурум 10–28 (UKR).

Кращими за цією ознакою виявилися середньорослі зразки Леукурум 10-28, Чадо, Золотко, Народна (UKR), Кустанайская 10, Бошак (KAZ), низькорослі Гордеїформе 10–12, Мелянопус 10–02, Херсонська 66, Харківська 19, Кучумівка (UKR) та карлики Складний гібрид (USA), Belladur (AUT).

Таблиця 3.13

Довжина колоса кращих колекційних зразків пшениці твердої ярої

Зразок, сорт-стандарт	Країна поход- ження	Довжина колоса ($X \pm S_x$), см	Lim		Дисперсія (S^2)	σ , см	Коефіцієнт варіації (V), %
			min	max			
Харківська 27 (стандарт)	UKR	5,9±0,4	4,8	7,0	1,3	1,1	19,2
Леукурум 10-28	UKR	9,1±0,5**	7,0	9,9	3,1	1,8	19,5
Линия 25-31	RUS	7,7±0,2**	6,9	7,9	0,2	0,5	6,9
Леукурум 10-07	UKR	7,2±0,5**	5,0	7,7	2,9	1,7	23,8
Кустанайская 28	KAZ	6,5±0,3	5,5	7,2	0,9	0,9	14,3
Гордеїформе 10-12	UKR	6,4±0,3	6,0	7,3	0,7	0,8	12,7
Belladur	AUT	6,4±0,3	5,5	6,9	0,7	0,8	12,7
Саратовская золотистая	RUS	6,4±0,4	4,5	6,2	1,9	1,4	21,5
Херсонська 66	UKR	6,3±0,4	4,6	6,9	1,7	1,3	20,5
Нурлы	KAZ	6,2±0,3	5,0	6,8	0,9	0,9	14,5
Безенчукская степная	RUS	6,2±0,4	4,6	7,0	1,6	1,3	20,4
Plenty	CAN	6,2±0,5	4,1	6,9	2,7	1,6	26,4
Алтайский янтарь	RUS	6,1±0,3	5,6	7,0	0,6	0,8	12,9
Янтарь Луганщини	UKR	6,1±0,3	5,0	6,8	0,8	0,9	15,1
Кустанайская 10	KAZ	6,0±0,4	4,6	6,8	1,4	1,2	19,6
Мелянопус 10-02	UKR	6,0±0,4	4,5	6,7	1,4	1,2	20,5
X*	-	5,3±0,4	4,1	6,6	1,2	1,1	14,8

Примітка: X* – середнє по 110 зразках, ** – різниця між стандартом і зразками достовірна при $p < 0,05$

Коефіцієнт варіації за кількістю колосків у колосі в середньорослих зразків змінювався від незначного (7,3 %) до значного (22,2 %), у низькорослих – відповідно, від 2,6 % до 23,0 %, у карликових – від 6,2 % до 23,5 %.

За результатами проведених досліджень колекційних зразків (табл. 3.15) кількість зерен у колосі становила від 22,6 до 39,5 шт.

Таблиця 3.14

**Кількість колосків у колосі кращих колекційних зразків
пшениці твердої ярої**

Зразок, сорт-стандарт	Країна походження	Кількість колосків у колосі ($X \pm S_x$), шт.	Lim		Дисперсія (S^2)	σ , шт.	Коефіцієнт варіації (V), %
			min	max			
Харківська 27(стандарт)	UKR	15,1±0,8	12,0	17,0	7,6	2,7	18,3
Леукурум 10-28	UKR	22,2±1,3**	17,0	25,0	17,7	4,2	18,9
Бошак	KAZ	16,7±0,9	13,0	18,0	9,2	3,0	18,1
Чадо	UKR	16,6±0,8	13,0	19,0	9,4	3,1	18,5
Кучумівка	UKR	16,5±1,2	12,0	19,0	14,4	3,8	23,0
Херсонська 66	UKR	15,9±0,7	13,0	17,0	5,2	2,3	14,3
Золотко	UKR	15,9±1,1	13,0	18,0	12,4	3,5	22,2
Складний гібрид	USA	15,8±0,6	13,0	17,0	4,6	2,1	13,6
Народна	UKR	15,8±0,8	13,0	18,0	7,0	2,6	16,7
Гордеїформе 10-12	UKR	15,5±0,7	13,0	17,0	5,5	2,3	15,1
Кустанайская 10	KAZ	15,4±0,9	12,0	17,0	8,1	2,8	18,5
Belladur	AUT	15,4±1,1	11,0	18,0	13,1	3,6	23,5
Харківська 19	UKR	15,4±0,8	13,0	17,0	7,0	2,6	17,2
Мелянопус 10-02	UKR	15,3±0,8	12,0	17,0	6,4	2,5	16,6
X*	-	13,5±0,6	12,0	16,0	8,4	2,1	15,6

Примітка: X* – середнє по 110 зразках, ** – різниця між стандартом і зразками достовірна при $p < 0,05$

Найбільш озерненими виявились середньорослі Леукурум 10–28, Золотко, Ізольда (UKR), низькорослі Plenty (CAN), Мелянопус 10–02, Гордеїформе 10–12 (UKR), Воронежская 11 (RUS) та карликові зразки 83 PAGILA 7, Yazi 9, 102 PLATA 15 (MEX), Belladur (AUT), Складний гібрид (USA), а найменша озерненість колоса (на рівні 22,6 шт.) відмічена у середньорослого зразка Жадана (UKR).

Розмах мінливості кількості зерен у колосі найбільшим (12 шт.) виявився у карлика Складний гібрид (USA), найменшим (4 шт.) – у низькорослого зразка Ник (RUS).

Таблиця 3.15

**Кількість зерен у колосі кращих колекційних зразків
пшениці твердої ярої**

Зразок, сорт-стандарт	Країна походження	Кількість зерен у колосі ($X \pm S_x$), шт.	Lim		Дисперсія (S^2)	σ , шт.	Коефіцієнт варіації (V), %
			min	max			
Харківська 27 (стандарт)	UKR	35,1±1,5	29	38	22,8	4,8	13,6
Yazi 9	MEX	39,5±2,2	31	41	47,5	6,9	17,4
103 КАВА-САУЛАК 2	MEX	38,8±2,3	29	40	55,9	7,5	19,3
Plenty	CAN	38,7±1,9	31	40	38,1	6,2	15,9
Ізольда	UKR	37,5±2,1	29	41	45,5	6,7	17,9
Мелянопус 10-02	UKR	37,4±2,4	33	40	60,3	7,8	20,8
Воронежская 11	RUS	37,4±1,7	30	39	31,6	5,6	15,0
83 PAGILA 7	MEX	37,3±2,1	29	41	44,2	6,6	17,8
Гордеїформе 10-12	UKR	37,2±1,8	31	42	33,4	5,8	15,5
Леукурум 10-28	UKR	36,8±1,6	30	39	27,1	5,2	14,1
Belladur	AUT	36,6±1,8	29	39	33,0	5,7	15,7
196 STOT 1	MEX	36,6±2,2	27	39	50,3	7,1	19,4
Складний гібрид	USA	36,5±2,1	28	40	43,5	6,6	18,1
102 PLATA 15	MEX	36,2±2,1	27	39	46,9	6,8	18,9
Золотко	UKR	36,2±1,8	29	40	33,8	5,8	16,1
X*	-	27,8±2,0	25	39	42,4	6,5	23,4

Примітка: X* – середнє по 110 зразках

Незначний коефіцієнт варіації за кількістю зерен у колосі відмічено у чотирьох середньорослих, трьох низькорослих та дев'яти карликових зразків, значний показник – у 11 середньорослих, 10 низькорослих та 10 карликових зразків, середнім коефіцієнтом варіації характеризувались решта колекційних зразків пшениці твердої ярої.

Більшу селекційну цінність представляють колекційні зразки, які мають високий показник «кількість зерен у колосі» та незначний коефіцієнт його варіації.

Найважливішою ознакою у структурі продуктивності рослини є маса зерна з колоса [116], яку необхідно обов'язково враховувати, розробляючи модель сорту. Підвищення врожайності сортів зумовлюється також збільшенням маси зерна з колоса [189], яка залежить від щільності і довжини колоса, кількості зерен у ньому та їх виповненості [190]. Результати визначення маси зерна з колоса представлені у (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Маса зерна з колоса кращих колекційних зразків пшениці твердої ярої

Зразок, сорт-стандарт	Країна походження	Маса зерна з колоса ($X \pm Sx$), г	Lim		Дисперсія (S^2)	σ , г	Коефіцієнт варіації (V), %
			min	max			
Харківська 27 (стандарт)	UKR	1,8±0,2	1,2	2,2	0,3	0,6	32,4
Yazi 9	MEX	2,2±0,3	1,4	2,9	0,6	0,8	35,5
Гордеїформе 10-12	UKR	2,2±0,2	1,5	2,8	0,5	0,7	31,8
Безенчукская степная	RUS	2,1±0,2	1,5	2,6	0,3	0,6	26,5
83 PAGILA 7	MEX	2,1±0,2	1,3	2,6	0,6	0,7	35,3
Plenty	CAN	2,0±0,2	1,4	2,4	0,3	0,5	27,2
Складний гібрид	USA	2,0±0,2	1,2	2,3	0,5	0,7	34,3
Кустанайская 10	KAZ	2,0±0,2	1,3	2,3	0,3	0,5	27,2
103 КАВА-САЙЛАК 2	MEX	2,0±0,2	1,3	2,3	0,3	0,5	27,2
Olga	FRA	2,0±0,2	1,2	2,4	0,5	0,7	36,1
Меянопус 10-02	UKR	1,9±0,2	1,3	2,2	0,2	0,5	25,2
Belladur	AUT	1,9±0,2	1,1	2,3	0,5	0,7	37,4
Ізольда	UKR	1,9±0,2	1,1	2,4	0,6	0,7	39,0
116 PAGILA 19	MEX	1,9±0,2	1,2	2,5	0,4	0,7	34,5
Yazi 13	MEX	1,9±0,2	1,1	2,4	0,6	0,7	39,0
AC Melita	CAN	1,9±0,2	1,0	2,3	0,5	0,7	35,8
Саратовская золотистая	RUS	1,9±0,2	1,1	2,3	0,4	0,6	33,3
Леукурум 10-07	UKR	1,8±0,2	1,1	2,3	0,4	0,6	34,7
X*	-	1,5±0,2	1,0	1,7	0,3	0,5	33,3

Примітка: X* – середнє по 110 зразках

За результатами проведених досліджень, маса зерна з колоса становила від 1,0 г у карлика 153 RUSTICOLA (MEX) до 2,2 г у середньорослого зразка Гордеїформе 10–12 (UKR) та карлика Yazi 9 (MEX). Найбільшою масою зерна з колоса виявились у середньорослих зразків Леукурум 10–28, Гордеїформе

10–12, Леукурум 10–07 (UKR), низькорослих Plenty (CAN), Мелянопус 10–02 (UKR), карликов Yazi 9, Складний гібрид (USA), Belladur (AUT). Незначний коефіцієнт варіації відмічено у двох середньорослих, одного низькорослого та у восьми карликових зразків, середній – у трьох середньорослих, двох низькорослих та дев'яти карликових зразків. Значне варіювання за цим показником відмічено у решти колекційних зразків пшениці твердої ярої.

Маса 1000 зерен – важливий елемент структури урожаю, що характеризує крупність та виповненість зерна [191]. Залежно від умов у період формування і наливу зерна різниця у масі 1000 зерен одного й того ж сорту може сягати 15–20 г [192]. Маса 1000 зерен – мінлива ознака. Розрізняють сорти з дуже високою (>45 г), високою (44–35 г), середньою (34–27 г) і низькою (<26 г) масою зерен. За цією ознакою сорти та лінії поділяють на крупно-, середньо- і дрібнозерні [19].

За період досліджень маса 1000 зерен (рис. 3.3) у 110 колекційних зразків пшениці твердої ярої була в межах від 32,0 г у карлика 160 SHIP 1 (MEX) до 46,0 г у низькорослого зразка Луганська 7 (UKR).

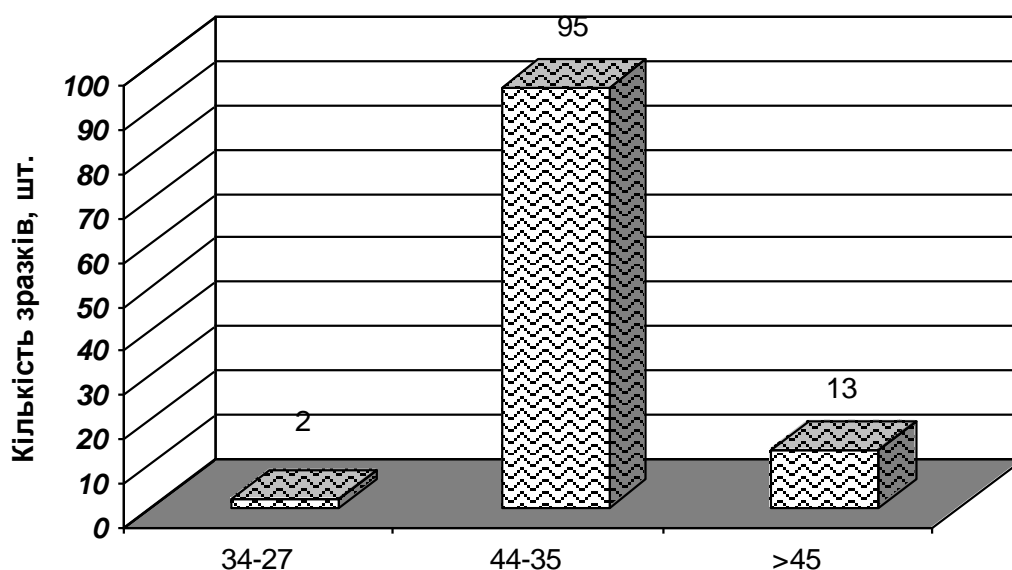


Рис. 3.3. Розподіл колекційних зразків пшениці твердої ярої за масою 1000 зерен, г

Серед колекційних зразків дуже високі показники (>45 г) маси 1000 зерен мали чотири середньорослих – Даманская 90 (KAZ) (45,9 г), російські зразки Линия 2531 (45,7 г), Новодонская (45,6 г), Безенчукский янтарь (45,0 г), шість низькорослих – Безенчукская степная (RUS) (45,6 г),

українські зразки Луганська 7 (46,0 г), Гордеїформе 10–12 (45,5 г), Мелянопус 10–02 (45,0 г), канадські AC Melita (45,2 г), Plenty (45,1 г) та три мексиканські карликові зразки – 143 KIRKI 9 (45,5 г), 28 THIDYN CALELO 2 (45,1 г), 211 TIANE 5 (45,1 г). Високі показники маси 1000 зерен (44–35 г) мали 23 середньорослих зразки – Гордеїформе 1741 (44,5 г), Леукурум 10–28 (44,3 г), Діана (42,5 г) з України, російська Безенчукская 182 (43,6 г) та інші; 22 низькорослих – Букурія (UKR) (43,5 г), Воронежская 11(RUS) (42,5 г), Твердая 187 (MAR) (42,5 г) та інші; 50 карликових зразків, зокрема мексиканські Korifla (44,8 г), 28 THIDSN-2-84 HAI-OUI (42,5 г), Yazi 9 (40,8 г), а також Olga (FRA) (43,0 г) та інші.

За отриманими результатами досліджень, як джерела ознак за елементами структури врожаю були виокремлені середньорослі, низькорослі та карликові колекційні зразки пшениці твердої ярої (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Колекційні зразки пшениці твердої ярої як джерела ознак за елементами структури урожаю

Елементи структури врожаю	Зразок, країна походження
Довжина колоса	Середньорослі – Леукурум 10-28, Леукурум 10-07 (UKR), Линия 2531 (RUS), Кустанайская 28 (KAZ); Низькорослі – Гордеїформе 10-12, Мелянопус 10-02 (UKR)
Кількість колосків у колосі	Середньорослі – Леукурум 10-28, Чадо, Золотко, Народна (UKR), Кустанайская 10 (KAZ); Низькорослі – Гордеїформе 10-12, Херсонська 66, Мелянопус 10-02, Харківська 19, Кучумівка (UKR); Карликові – Складний гібрид (USA), Belladur (AUT)
Кількість зерен у колосі	Середньорослі – Леукурум 10-28, Золотко, Ізольда (UKR); Низькорослі – Plenty (CAN), Гордеїформе 10-03, Мелянопус 10-02, Гордеїформе 10-12 (UKR), Воронежская 11 (RUS); Карликові – 83 PAGILA 7, Yazi 9, 102 PLATA 15 (MEX), Belladur (AUT), Складний гібрид (USA)
Маса зерна з колоса	Середньорослі – Леукурум 10-28, Леукурум 10-07 (UKR); Низькорослі – Plenty (CAN), Мелянопус 10-02 (UKR); Карликові – Yazi 9, Складний гібрид (USA), Belladur (AUT)
Маса 1000 зерен	Середньорослі – Новодонская (RUS), Леукурум 10-28, Янтар Луганщини, Гордеїформе 1741 (UKR), Кустанайская 28 (KAZ), 116 PAGILA 19 (MEX); Низькорослі – Нацадок, Мелянопус 10-02 (UKR); Карликові зразки – 138 PODICEPS 9, 30 GNAZ 1, 28 THIDYN 95-96-8 POMARINO1 (MEX)

Практичний інтерес для селекційної роботи становлять такі зразки різного еколого-географічного походження, як Леукурум 10–28, Леукурум 10–07, Золотко, Гордеїформе 10–12, Мелянопус 10–02 (UKR), Belladur (AUT), Складний гібрид (USA), Кустанайская 28 (KAZ). Вони рекомендовані для схрещувань як батьківські компоненти з високим потенціалом продуктивності та стійкістю до вилягання.

У колекційних зразків пшениці твердої ярої проаналізовано кореляційну залежність між стійкістю до вилягання та основними цінними господарськими ознаками і встановлено як позитивні, так і негативні кореляції (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Коефіцієнти кореляції (r) стійкості до вилягання з елементами структури врожаю колекційних зразків пшениці твердої ярої

Номер ознаки	Ознака	Ознаки				
		2	3	4	5	6
Середньорослі						
1	Стійкість до вилягання	0,51	0,28	0,26	0,39	0,12
2	Урожайність зерна	x	0,42	0,71	0,54	0,14
3	Довжина колоса		x	0,85	0,72	-0,23
4	Кількість зерен у колосі			x	0,89	-0,37
5	Маса зерна з колоса				x	-0,29
6	Маса 1000 зерен					x
Низькорослі						
1	Стійкість до вилягання	0,45	0,12	0,17	-0,40	0,31
2	Урожайність зерна	x	0,24	-0,17	0,21	0,73
3	Довжина колоса		x	0,66	0,89	-0,22
4	Кількість зерен у колосі			x	0,13	0,11
5	Маса зерна з колоса				x	0,18
6	Маса 1000 зерен					x
Карлики						
1	Стійкість до вилягання	-0,13	0,11	0,14	0,59	-0,38
2	Урожайність зерна	x	0,50	0,29	0,48	0,30
3	Довжина колоса		x	0,50	0,56	0,14
4	Кількість зерен у колосі			x	0,13	0,31
5	Маса зерна з колоса				x	0,12
6	Маса 1000 зерен					x

У середньорослих зразків встановлено зв'язок середньої сили ($r = 0,51$) між стійкістю до вилягання та врожайністю, слабку кореляцію відмічено між стійкістю до вилягання та довжиною колоса ($r = 0,28$), кількістю зерен у колосі ($r = 0,26$) та масою 1000 зерен ($r = 0,12$). Сильна кореляційна залежність встановлена між урожайністю та кількістю зерен у колосі ($r = 0,71$), між довжиною колоса та кількістю зерен у колосі ($r = 0,85$) і масою зерна з колоса ($r = 0,72$). Низькорослі колекційні зразки мали помірний кореляційний зв'язок стійкості до вилягання з урожайністю ($r = 0,45$) та масою 1000 зерен ($r = 0,31$). Сильний кореляційний зв'язок спостерігали між урожайністю та масою 1000 зерен ($r = 0,73$), між кількістю зерен та масою зерна з колоса ($r = 0,89$).

У карликових зразків пшениці твердої ярої встановлено кореляційний зв'язок середньої сили між стійкістю до вилягання та масою зерна з колоса ($r = 0,59$). Помірний зв'язок спостерігали між кількістю зерен у колосі та масою 1000 зерен ($r = 0,31$).

Вивчення кореляційної залежності між кількісними ознаками є основою для цілеспрямованого добору у практичній селекції [188]. Добір буде ефективним за умови ведення його за ознаками, що мають істотний позитивний кореляційний зв'язок з продуктивністю.

3.4. Стійкість колекційних зразків пшениці твердої ярої до ураження кореневими гнилями

Хвороби рослин є одним із основних факторів, що дестабілізують виробництво сільськогосподарської продукції. Епіфітотії призводять до значних втрат урожаю і погіршення його якості. Серед заходів інтегрованої системи захисту сільськогосподарських культур від хвороб основним є вирощування у виробництві сортів, стійких проти патогенних мікроорганізмів [96].

Створення сортів, що поєднують високий потенціал урожайності з генетично детермінованою стійкістю проти хвороб, є одним з актуальних завдань у селекції пшениці [193–196]. Впровадження у виробництво сортів з комплексною стійкістю проти основних хвороб дасть можливість обмежити використання пестицидів. Це виключить прогресуюче забруднення навколишнього середовища та значно покращить екологічну ситуацію, що склалася в Україні за останні десятиріччя [197, 198].

Більшість досліджень корневих гнилей, що проводились в Україні, стосувались озимої пшениці, а на ярій це захворювання практично не вивчено [199]. Тому визначення та уточнення видового складу збудників корневих гнилей, вивчення особливостей прояву патогенних властивостей, пошук шляхів оптимізації агротехнічних заходів для отримання високоякісного зерна ярої пшениці має першочергове значення у стриманні розвитку хвороб і оптимізації фітосанітарного стану агроценозів, а також збільшенні виробництва зерна пшениці [199]. Церкоспорельоз (очкова плямистість) найчастіше є першопричиною вилягання посівів пшениці, оскільки сильний розвиток хвороби призводить до зламу стебла біля основи під час наливу зерна [200–207]. Унаслідок ураження руйнується провідна та опорна системи стебла [208].

Оскільки однією із причин вилягання пшениці твердої ярої є кореневі гнилі, досліджували їх поширення на штучному інфекційному фоні. Серед 100 колекційних зразків виявлено 24 з незначним ураженням патогеном (табл. 3.19). Відносно стійкими (1–10 %) до вилягання та ураження церкоспорельозом виявились сім середньорослих зразків – Новодонская (RUS), Жадана (UKR), Кустанайская 30, Алтын-дала (KAZ) та інші; вісім низькорослих – Харківська 19, Кучумівка, Ізольда (UKR) та інші; дев'ять карликових – 143 KIRKI, 53 BISHOFTU1, 121 YAVAROS 79, 64 PLATA 17, 28 THIDSN 160 SHIP 1 (MEX), Neodur (FRA) та інші. Слабкостійкими (11–21 %) проти ураження патогеном були 46 зразків, сприйнятливими (22–34 %) – вісім середньорослих, зокрема Даманская 90 (KAZ), Алтайский янтарь, Безенчукский янтарь (RUS), Народна (UKR) та ін., низькорослий зразок Алтын-шигыс (KAZ) та шість карликів – 27 THEDUYT-71 LIRO, 211 TIANE 5, 83 PAGILA 7, 94 DONPRDRO 87, 26 THEDUYT-35, YAZI 10 (MEX), Belladur (AUT). Сильно сприйнятливими (≤ 45 %) виявились 15 зразків.

Колекційні зразки пшениці твердої ярої, що виявилися стійкими до вилягання та ураження церкоспорельозом, рекомендовані для залучення в схрещування на підвищення стійкості проти цієї хвороби в умовах Лісостепу України.

У результаті вивчення колекційних зразків пшениці твердої ярої різного еколого-географічного походження виділено середньорослі Леукурум 10–28, Янтар Луганщини, Леукурум 10–07, Діана, Чадо, Золотко, Альдаринка (UKR), Кустанайская 28, Нурлы, Кустанайская 30, Бошак (KAZ), Безенчукский янтарь (RUS), 111 MUSK 7 (MEX), низькорослі – Нащадок,

Луганська 7, Мелянопус 10–02 (UKR), Омская степная, Безенчукская степная (RUS), Твердая 187 (MAR) та карликові зразки – 28 THIDSN-2-84 HAI-OUI, 138 PODICEPS 9, 30 GHAZ 1, 27 THIDYN 95-96-8 ROMARINO 1, 143 KIRKI 9 (MEX), що характеризувались високим рівнем урожайності та стійкістю до вилягання. Результати досліджень пшениці твердої ярої свідчать, що поряд зі зменшенням висоти рослин зростає стійкість до вилягання, але при цьому знижується врожайність. Аналіз колекційних зразків за морфологічними показниками дав можливість встановити, що стійкість до вилягання підвищена за меншої довжини двох верхніх міжвузлів рослини. У середньорослих зразків вона найбільше корелює з довжиною 2-го верхнього міжвузля, у низькорослих – з довжиною 1-го та 2-го верхніх міжвузлів та відношенням висоти до діаметра 2-го міжвузля, у карликів – з довжиною 1-го верхнього міжвузля, тому з метою підвищення стійкості до вилягання ефективним є добір за цими ознаками.

Виділено середньорослі, низькорослі та карликові колекційні зразки пшениці твердої ярої як джерела за елементами структури врожаю. Вони рекомендовані для схрещувань як батьківські компоненти з високим потенціалом продуктивності та стійкістю до вилягання.

Колекційні зразки, що виявилися стійкими до вилягання та ураження церкоспорельозом, рекомендовано залучати до схрещувань з метою підвищення стійкості до патогена в умовах Лісостепу України.

РОЗДІЛ 4.

ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ ОЗНАК МІЦНОСТІ СТЕБЛА У ГІБРИДІВ ПЕРШОГО ПОКОЛІННЯ

Сучасна селекційна наука має у своєму розпорядженні значну кількість методів створення сортів та гібридів сільськогосподарських рослин – від традиційного до генної інженерії. Але найбільш простим і поширеним є метод гібридизації [209].

Знання закономірностей успадкування ознак, що діють у гібридних популяціях, дає змогу більш ефективно проводити добір і вибірку малоцінних форм та зберігати при цьому перспективні генотипи.

Значну увагу приділяють вивченню ступеня і характеру прояву гетерозису у гібридів першого покоління. Тобто, вивчення характеру мінливості селекційно цінних ознак у системі батьки-нащадки на основі гібридологічного аналізу дає змогу оцінити характер їх успадкування, встановити ефект гетерозису та ступеня домінування цінних господарських ознак у гібридів [29, 210].

4.1. Міцність соломини на злам

Результати проведених у 2013 р. досліджень 14 гібридних комбінацій від внутрішньовидових схрещувань пшениці твердої ярої свідчать, що стійкість рослин до вилягання у F_1 залежала від міцності соломини на злам (табл.4.1)

Високу стійкість до вилягання (на рівні 9 балів) і міцну на злам соломину (від 930 до 922 г) відмічено у середньорослих гібридів Чадо × Мелянопус 10–02, Спадщина × Лінія 10–01 та низькорослого гібрида Леукурум 06–07 × Харківська 29. Гібриди F_1 ще чотирьох внутрішньовидових схрещувань також відзначались міцною на злам соломиною (895–860 г) і високою стійкістю до вилягання (8 балів). Інші представлені гібриди, у яких міцність соломини на злам була менше 800 г, вважали достатньо стійкими.

Таблиця 4.1

**Міцність соломини на злам та стійкість до вилягання у
внутрішньовидових гібридів F₁ пшениці твердої ярої**

Гібридна комбінація	Міцність соломини на злам, г	Стійкість до вилягання, бал
Леукурум 06-07 × Харківська 29	930	9
Чадо × Мелянопус 10-02	927	9
Спадщина × Лінія 10-01	922	9
Саратовская золотистая × Neodur	895	8
Харківська 27 × Neodur	883	8
Мелянопус 10-02 × Славута	882	8
Лінія 10-03 × Ammar 9	860	8
Мелянопус 10-02 × Леукурум 99-6	794	7
Лінія 10-04 × Ammar 9	763	7
Харківська 37 × Лінія 10-01	737	7
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	717	7
Ізольда × Леукурум 99-6	710	7
Леукурум 05-20 × Славута	647	7
Харківська 27 × Леукурум 99-6	628	7

З метою отримання гібридів пшениці твердої ярої з більш міцною соломиною та високою продуктивністю використовували сорти пшениці м'якої озимої. Проведено аналіз за міцністю соломини на злам у гібридів першого покоління, одержаних від 12 міжвидових схрещувань (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Міцність соломини на злам та стійкість до вилягання у міжвидових
гібридів F₁**

Гібридна комбінація	Міцність соломини на злам, г	Стійкість до вилягання, бал
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Елегія миронівська × Жізель	930	9
Лінія 04-13 × Ammar 9	902	9
Лінія 06-15 × Neodur	876	9
Струна миронівська × Чадо	864	8

<i>продовження таблиці 4.2</i>		
<i>I</i>	2	3
Лінія 07–16 × Леукурум 99–6	842	8
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	807	8
Струна миронівська × Ізольда	807	8
Рання 93 × Харківська 27	803	8
Кучумівка × Миронівська золотоверха	780	8
Лінія 14–23 × Харківська 27	770	8
Лінія 10–02 × Лінія 11–20	749	7
Лінія 08–17 × Саратовская золотистая	730	7

Найбільш стійкими до вилягання (9–8 балів) з високою міцністю соломини на злам виявились гібриди від схрещування середньорослих та низькорослих зразків: Елегія миронівська × Жізель, Лінія 07–16 × Леукурум 99–6 та інші. Стійкість до вилягання на рівні 7 балів відмічено у гібридів F₁, в яких міцність соломини на злам була меншою за 750 г.

Ступінь домінування міцності соломини на злам у внутрішньовидових гібридів першого покоління коливалась від позитивного наддомінування до депресії (табл.4.3).

Таблиця 4.3

**Ступінь домінування за міцністю соломини на злам у
внутрішньовидових гібридів F₁ пшениці твердої ярої**

Гібридна комбінація	Міцність соломини на злам, г			Ступінь домінування, hp
	♀	F ₁	♂	
Леукурум 06–07 × Харківська 29	854	930	974	0,3
Чадо × Мелянопус 10–02	802	927	947	0,7
Спадщина × Лінія 10–01	805	922	893	1,6
Саратовская золотистая × Neodur	782	895	725	5,0
Харківська 27 × Neodur	700	883	725	14,1
Мелянопус 10–02 × Славута	947	882	706	0,5
Лінія 10–03 × Амтар 9	924	860	797	-0,02
Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6	947	794	847	-2,1
Лінія 10–04 × Амтар 9	820	763	793	-4,2
Харківська 37 × Лінія 10–01	840	737	803	-4,7
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	854	717	782	-2,8
Ізольда × Леукурум 99–6	841	710	847	-44,7
Леукурум 05–20 × Славута	885	647	706	-1,7
Харківська 27 × Леукурум 99–6	700	628	847	-2,0

Серед 14 комбінацій схрещувань у трьох гібридів (21,4 %) виявлено позитивне наддомінування: Харківська 27 × Neodur (hp = 14,1), Саратовская золотистая × Neodur (hp = 5,0), Спадщина × Лінія 10–01 (hp = 1,6); часткове позитивне домінування у однієї (7,1 %) – Чадо × Мелянопус 10–02 (hp= 0,7); проміжне успадкування у трьох (21,4 %) – Мелянопус 10–02 × Славуа (hp= 0,5), Леукурум 06–07 × Харківська 29 (hp= 0,3), Лінія 10–03 × Ammar 9 (hp= -0,02), депресія у 7 (50,0 %).

За міцністю соломини на злам міжвидові гібриди F₁ характеризувалися різним ступенем домінування (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Ступінь домінування за міцністю соломини на злам у міжвидових гібридів F₁

Гібридна комбінація	Міцність соломини на злам, г			Ступінь домінування, hp
	♀	F ₁	♂	
Елегія миронівська × Жізель	878	930	758	1,9
Лінія 04–13 × Ammar 9	875	902	797	1,7
Струна миронівська × Чадо	793	866	802	15,2
Лінія 14–23 × Харківська 27	745	770	700	2,1
Лінія 06–15 × Neodur	856	873	725	1,3
Лінія 07–16 × Леукурум 99–6	810	842	847	0,7
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	700	807	830	0,6
Струна миронівська × Ізольда	793	807	841	-0,4
Рання 93 × Харківська 27	815	803	700	0,8
Кучумівка × Миронівська золотOVERX	843	780	810	-2,7
Лінія 10–02 × Лінія 11–20	645	749	878	-0,1
Лінія 08-17 × Саратовская золотистая	783	730	772	-7,8

Серед 12 комбінацій схрещувань у п'яти гібридів (41,7 %) виявлено позитивне наддомінування: Струна миронівська × Чадо (hp= 15,2), Лінія 14–23 × Харківська 27 (hp= 2,1), Елегія миронівська × Жізель (hp= 1,9), Лінія 04–13 × Ammar 9 (hp= 1,7), Лінія 06–15 × Neodur (hp= 1,3); у трьох (25,0 %) – часткове позитивне домінування, у двох (16,7 %) проміжне успадкування та у двох (16,7 %) депресія. Вивчаючи особливості фенотипового прояву висоти рослин у гібридів короткостеблових зразків з високорослими

місцевими сортами, І. Д. Мустафаєв [211] показав, що у більшості випадків гібриди від складних схрещувань за висотою рослин у першому поколінні займають проміжне положення з частковим домінуванням більш високорослої батьківської форми. За висотою стебла рослини гібридів першого покоління в основному наближаються до середнього значення цієї ознаки у вихідних форм. Результати багаторічного вивчення гібридного матеріалу свідчать, що висота рослин у F_1 має або проміжне успадкування [212–215], або наддомінування чи часткове позитивне домінування високорослості [216, 217]. Серед 340 гібридних комбінацій F_1 пшениці ярої М. А. Федін [218] виявив у 53,3 % гетерозис, у 41,8 % – неповне домінування за довжиною соломини, 4,9 % гібридів були нижчими за найбільш низкорослу вихідну форму, що викликано комплементарною взаємодією генів. Вивчали ступінь домінування за висотою рослин у внутрішньовидових гібридів F_1 пшениці твердої ярої (рис. 4.1).

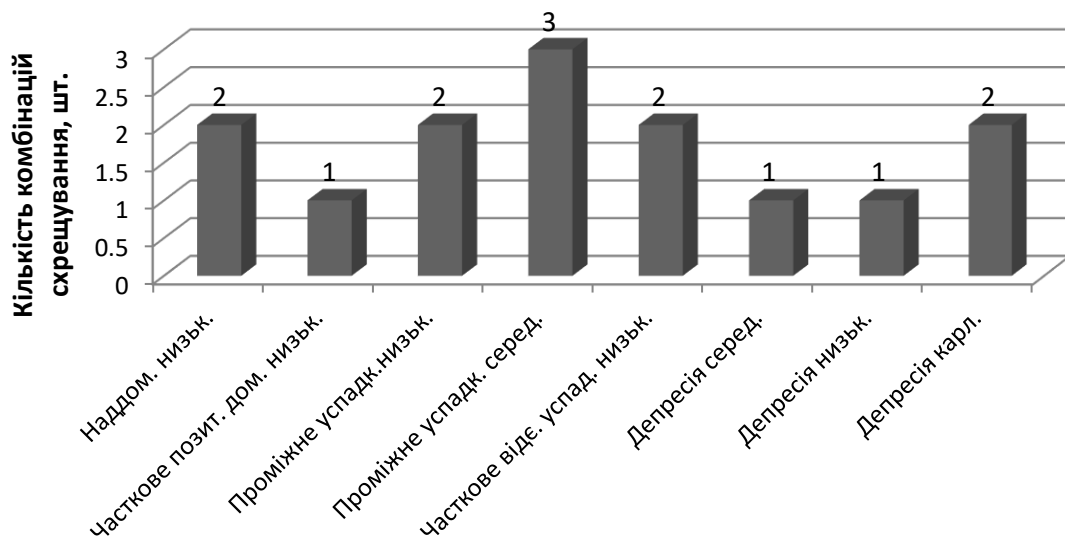


Рис. 4.1 Ступінь домінування за висотою рослин внутрішньовидових гібридів F_1 пшениці твердої ярої

Серед 14 досліджуваних комбінацій внутрішньовидових схрещувань два гібриди (14,3 %) характеризувались наддомінуванням низкорослості.

Часткове позитивне домінування низкорослості у внутрішньовидовому гібридному матеріалі першого покоління відмічено у однієї (7,1 %) комбінації схрещування, а саме Мелянопус 10–02 × Славута ($h_p = 0,9$).

Проміжне успадкування низькорослості спостерігали у гібридів Саратовская золотистая × Neodur ($h_p = 0,3$), Леукурум 06–07 × Харківська 29 ($h_p = -0,3$), а середньорослості – Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая ($h_p = 0,1$), Харківська 37 × Лінія 10–01 ($h_p = -0,5$), Спадщина × Лінія 10–01 ($h_p = -0,5$). Часткове від’ємне домінування низькорослості відмічене у двох гібридів (14,3 %) – Лінія 10-03 × Ammar 9 ($h_p = -0,7$), Ізольда × Леукурум 99–6 ($h_p = -0,9$), депресія – у чотирьох (28,6 %).

Одна (8,3 %) з 12 досліджуваних міжвидових комбінацій схрещування (рис. 4.2) характеризувалась наддомінуванням середньорослості, дві (16,7 %) – низькорослості.

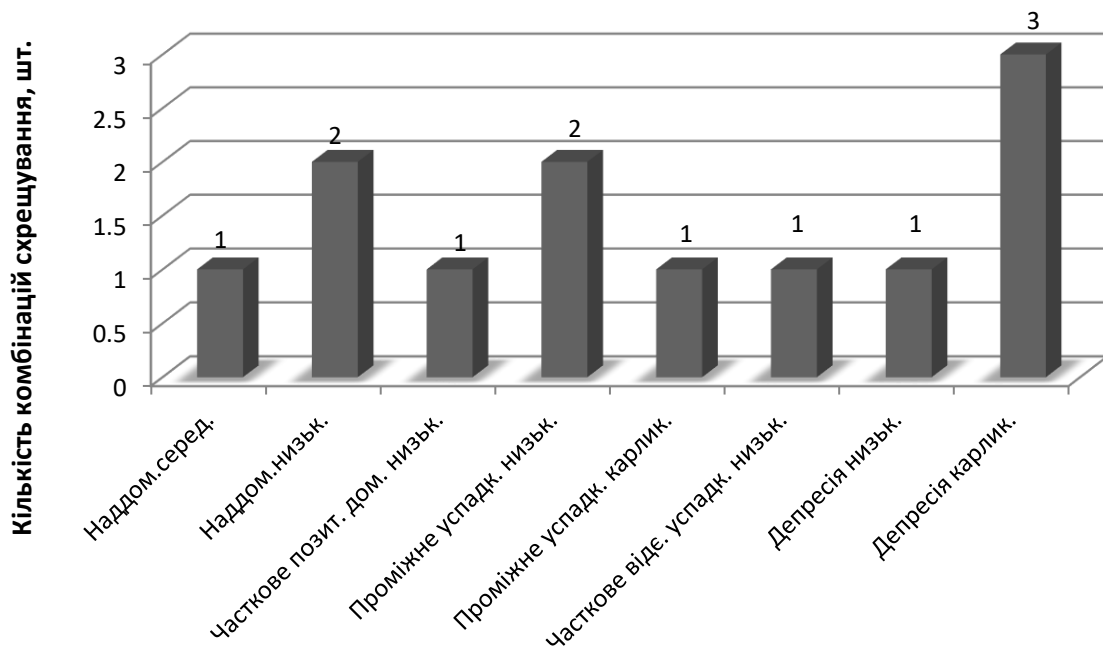


Рис. 4.2 Ступінь домінування за висотою рослин міжвидових гібридів F_1

У міжвидовому гібридному матеріалі першого покоління часткове позитивне домінування низькорослості відмічено в гібриду однієї (8,3 %) комбінації схрещування – Лінія 10–04 × Ammar 9 ($h_p = 0,8$), проміжне успадкування низькорослості спостерігалось у двох гібридів (16,7 %) – Струна миронівська × Чадо ($h_p = 0,2$), Харківська 27 × Ювіляр Миронівський ($h_p = -0,4$), карликовості – Лінія 06–15 × Neodur ($h_p = 0,2$), часткове від’ємне домінування низькорослості відмічене в однієї (8,3 %) комбінації – Кучумівка × Миронівська золотоверха ($h_p = -0,5$), депресія – у чотирьох (33,3 %).

Низькорослі форми отримані від внутрішньовидових схрещувань карликових сортозразків між собою (Леукурум 05-20 × Славута) та середньорослого з карликовим сортом (Харківська 27 × Neodur).

За міжвидового схрещування отримано середньорослі форми від гібридизації середньорослих сортів (Елегія миронівська × Жізель) та середньорослої лінії з низькорослою (Лінія 07–16 × Леукурум 99–6).

У першому поколінні гібридів від міжвидових схрещувань низькорослих ліній пшениці між собою отримано низькорослі форми.

Наведені дані свідчать, що в генетичному контролі висоти рослин пшениці твердої ярої беруть участь не лише гени адитивного типу дії і взаємодії, а й алелі генів з більш сильною специфічною взаємодією, яка проявляється у вигляді різного ступеня домінування та наддомінування. Відомо, що останній тип взаємодії обумовлюється комбінаційною здатністю батьківських форм і проявляється, як правило, лише у гетерозигот. Зменшення висоти стебла в усіх комбінаціях схрещування, за незначним винятком, проходило за рахунок укорочення довжини всіх міжвузлів.

4.2. Прояв істинного гетерозису за ознаками стійкості до вилягання

Більшість внутрішньовидових гібридів першого покоління проявили негативний гетерозис за показниками стійкості до вилягання (табл. 4.9).

Позитивний гетерозис за міцністю соломини на злам проявився у трьох (21,4 %) гібридів F_1 : Харківська 27 × Neodur ($\Gamma_{\text{гет.}} = +21,7$), Саратовская золотистая × Neodur ($\Gamma_{\text{гет.}} = +14,4$), Спадщина × Лінія 10–01 ($\Gamma_{\text{гет.}} = +3,2$), негативний – у 11 (78,6 %).

За довжиною другого міжвузля позитивний гетерозис спостерігали у чотирьох (28,6 %) гібридів, а негативний у восьми (71,4 %) – Лінія 10–03 × Амтар 9 ($\Gamma_{\text{гет.}} = -36,7$), Ізольда × Леукурум 99–6 ($\Gamma_{\text{гет.}} = -31,0$), Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6 ($\Gamma_{\text{гет.}} = -29,2$), Саратовская золотистая × Neodur ($\Gamma_{\text{гет.}} = -26,3$) та інші.

Позитивний гетерозис за висотою рослин відмічено у двох (14,3 %) гібридів: Леукурум 05–20 × Славута ($\Gamma_{\text{гет.}} = +7,0$), Харківська 27 × Neodur ($\Gamma_{\text{гет.}} = +1,1$), негативний – у 12 (85,7 %).

Таблиця 4.9

Прояв істинного гетерозису ($\Gamma_{\text{іст.}}$, %) за ознаками стійкості до вилягання у внутрішньовидових гібридів F_1 пшениці твердої ярої

Гібридна комбінація	Міцність соломини на злам	Довжина другого міжвузля	Висота рослини
Харківська 27 × Neodur	+21,7	+28,1	+1,1
Харківська 27 × Леукурум 99–6	-25,8	-1,5	-2,7
Лінія 10–03 × Ammar9	-6,9	-36,7	-27,6
Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая	-16,1	-3,4	-12,6
Саратовская золотистая × Neodur	+14,4	-26,3	-19,5
Харківська 37 × Лінія 10–01	-12,3	-8,1	-17,5
Ізольда × Леукурум 99–6	-16,2	-31,0	-17,2
Мелянопус 10–02 × Славута	-6,4	+3,9	-1,5
Чадо × Мелянопус 10–02	-2,1	+1,3	-4,9
Леукурум 05–20 × Славута	-28,2	+6,4	+7,0
Леукурум 06–07 × Харківська 29	-4,5	-8,1	-21,6
Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6	-16,1	-29,2	-34,4
Спадщина × Лінія 10–01	+3,2	-7,5	-6,4
Лінія 10–04 × Ammar 9	-6,9	-15,3	-15,2

Міжвидові гібриди першого покоління пшениці твердої ярої у більшості випадків проявили негативний гетерозис за окремими показниками стійкості до вилягання (табл. 4.10).

Позитивний гетерозис за міцністю соломини на злам відмічено у п'яти (41,7 %) гібридів F_1 : Струна миронівська × Чадо ($\Gamma_{\text{іст.}} = +7,9$), Елегія миронівська × Жізель ($\Gamma_{\text{іст.}} = +5,9$), Лінія 14–23 × Харківська 27 ($\Gamma_{\text{іст.}} = +3,4$), Лінія 04–13 × Ammar 9 ($\Gamma_{\text{іст.}} = +3,1$), Лінія 06–15 × Neodur ($\Gamma_{\text{іст.}} = +1,9$), негативний – у семи (58,3 %).

Позитивний гетерозис за довжиною другого міжвузля відмічений у чотирьох (33,3 %) гібридів, негативний – у восьми (66,7 %): Кучумівка × Миронівська золотоверха ($\Gamma_{\text{іст.}} = -47,9$), Струна миронівська × Ізольда ($\Gamma_{\text{іст.}} = -46,5$), Лінія 10–02 × Лінія 11–20 ($\Gamma_{\text{іст.}} = -41,7$), Лінія 08–17 × Саратовская золотистая ($\Gamma_{\text{іст.}} = -38,5$) та інші.

Таблиця 4.10

Прояв істинного гетерозису ($G_{\text{ист.}}$, %) за ознаками стійкості до вилягання у міжвидових гібридів

Гібридна комбінація	Міцність соломини на злам	Довжина другого міжвузля	Висота рослини
Лінія 06–15 × Neodur	+1,9	-19,5	-14,2
Лінія 07–16 × Леукурум 99–6	-0,6	+14,0	+0,4
Лінія 04–13 × Ammar 9	+3,1	-2,9	-1,7
Лінія 08–17 × Саратовская золотистая	-6,7	-38,5	-29,6
Лінія 14–23 × Харківська 27	+3,4	-29,1	-12,8
Лінія 10–02 × Лінія 11–20	-14,7	-41,7	-38,4
Кучумівка × Миронівська золотоверха	-7,5	-47,9	-7,4
Елегія миронівська × Жізель	+5,9	+4,2	+2,4
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	-2,8	-29,3	-7,4
Струна миронівська × Ізольда	-4,0	-46,5	-31,4
Струна миронівська × Чадо	+7,9	+3,8	-10,4
Рання 93 × Харківська 27	-1,5	+3,1	+12,2

За висотою рослин позитивний гетерозис спостерігали у трьох (25,0 %) гібридів, а негативний – у дев'яти (75,0 %).

Для наших досліджень більший інтерес становлять гібриди першого покоління пшениці твердої ярої, які проявили депресію за ознаками «довжина другого міжвузля» і «висота рослин», оскільки це призводить до зменшення висоти і підвищення стійкості до вилягання.

Отже, вивчення типів успадкування ознак у гібридів F_1 надає інформацію про характер їхнього генетичного контролю і можливість орієнтовно спрогнозувати ефективність подальших доборів. Виокремлено внутрішньовидові та міжвидові гібриди F_1 з міцною на злам соломиною, що характеризуються високою стійкістю до вилягання: Харківська 27 × Neodur, Саратовская золотистая × Neodur, Спадщина × Лінія 10–01, Чадо × Мелянопус 10–02, Мелянопус 10–02 × Славута, Елегія миронівська × Жізель, Струна миронівська × Чадо та інші. Практичний інтерес становлять також гібриди з

укороченим другим міжвузлям, що сприяє зменшенню висоти рослин:
Харківська 27 × Леукурум 99–6, Ізольда × Леукурум 99–6, Лінія 10–02 ×
Аммар 9, Струна миронівська × Ізольда, Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6,
Лінія 10–04 × Аммар 9.

РОЗДІЛ 5.

СТУПІНЬ ДОМІНУВАННЯ ЗА ЕЛЕМЕНТАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ

Продуктивність є комплексною ознакою, її прояв визначається не лише генетичними особливостями батьківських форм, але й умовами середовища. Вивчення успадкування продуктивності та її окремих елементів у гібридів ранніх поколінь пшениці твердої ярої є актуальним питанням [80].

Існує думка [219–221], що короткостебловий, високопродуктивний сорт можна створити, приділяючи при доборах головну увагу кількості колосків і зерен у колосі. Тобто, перспективним є поліпшення генотипів за реальною продуктивністю колоса [222].

Проводили структурний аналіз гібридів першого покоління пшениці твердої ярої та їхніх батьківських форм за довжиною колоса, кількістю колосків і зерен у колосі, масою зерна з колоса та масою 1000 зерен. Аналізували ступінь домінування досліджуваних ознак.

5.1. Оцінка гібридів першого покоління за елементами продуктивності

Показники довжини колоса гібридів F_1 від внутрішньовидових схрещувань пшениці твердої ярої та ступінь домінування за цією ознакою представлено у таблиці 5.1.

Найбільшу довжину колоса виявлено у середньорослого гібрида F_1 Харківська 37 × Лінія 10–01 (8,5 см) за ступеня домінування 1,5, а найменшу (5,7 см) – у низькорослого гібрида Харківська 27 × Леукурум 99–6, в якого ступінь домінування становив 3,0.

Часткове позитивне домінування спостерігали у низькорослих гібридів від схрещування пшениці твердої ярої Мелянопус 10–02 × Славута ($h_p = 0,8$) та Ізольда × Леукурум 99–6 ($h_p = 1,0$).

Проміжне успадкування встановлено у двох (14,3 %) середньорослих, двох низькорослих (14,3 %) гібридів та у одного (7,1 %) карлика.

Часткове від'ємне домінування відмічено у одного (7,1 %) низькорослого гібрида з комбінації схрещування Лінія 10–03 × Ammar 9 ($h_p = -0,8$).

Таблиця 5.1

Довжина колоса та ступінь домінування у внутрішньовидових гібридів F₁ пшениці твердої ярої

Гібридна комбінація	Довжина колоса, см			Ступінь домінування, h_p
	♀	F ₁	♂	
Харківська 37 × Лінія 10–01	8,2±0,19	8,5±0,17	7,1±0,13**	1,5
Чадо × Мелянопус 10–02	7,3±0,24	7,7±0,18	7,4±0,16	7,0
Спадщина × Лінія 10–01	7,7±0,21	7,4±0,22	7,1±0,18	0
Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая	6,7±0,26*	7,3±0,14	6,6±0,20**	13,0
Саратовская золотистая × Neodur	6,7±0,18*	7,3±0,18	7,1±0,17	2,0
Мелянопус 10–02 × Славута	7,4±0,23	7,1±0,20	4,9±0,14**	0,8
Ізольда × Леукурум 99–6	7,4±0,19	7,3±0,16	4,7±0,21**	1,0
Леукурум 06–07 × Харківська 29	6,7±0,18	6,9±0,18	7,1±0,14	0
Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6	7,4±0,19*	6,5±0,17	5,5±0,19**	0,1
Лінія 10–03 × Ammar 9	8,8±0,18*	6,3±0,17	6,0±0,16	-0,8
Лінія 10–04 × Ammar 9	5,7±0,20	6,1±0,23	6,0±0,14	1,7
Харківська 27 × Neodur	5,6±0,27	6,1±0,18	7,1±0,20**	-0,2
Леукурум 05–20 × Славута	5,4±0,20	5,9±0,16	4,9±0,17**	3,0
Харківська 27 × Леукурум 99–6	5,6±0,19	5,7±0,17	5,5±0,18	3,0

Примітки: * різниця з материнською формою статистично достовірна за $P < 0,05$; ** різниця з батьківською формою статистично достовірна за $P < 0,05$.

Позитивне наддомінування за довжиною колоса виявили у чотирьох низькорослих міжвидових гібридних комбінацій (табл. 5.2): Струна миронівська × Чадо ($h_p = 1,6$), Лінія 08–17 × Саратовская золотистая ($h_p = 1,5$), Струна миронівська × Ізольда ($h_p = 1,4$), Рання 93 × Харківська 27 ($h_p = 1,3$).

Таблиця 5.2

Довжина колоса та ступінь домінування у міжвидових гібридів F₁

Гібридна комбінація	Довжина колоса, см			Ступінь домінування, hr
	♀	F ₁	♂	
Лінія 08–17 × Саратовская золотистая	9,8±0,26	10,5±0,24	6,7±0,24**	1,5
Лінія 04–13 × Ammar 9	10,4±0,22	10,2±0,19	6,0±0,13**	0,9
Лінія 07–16 × Леукурум 99–6	10,0±0,28*	9,8±0,19	5,5±0,21**	0,9
Струна миронівська × Чадо	8,7±0,18	9,1±0,19	7,3±0,25**	1,6
Струна миронівська × Ізольда	8,7±0,25	9,0±0,21	7,3±0,12**	1,4
Рання 93 × Харківська 27	8,5±0,19	8,9±0,22	5,6±0,21**	1,3
Лінія 06–15 × Neodur	9,1±0,33	8,8±0,22	7,1±0,13**	0,7
Елегія миронівська × Жізель	10,5±0,21*	8,7±0,28	6,5±0,23**	0,1
Лінія 14–23 × Харківська 27	8,1±0,20*	7,0±0,23	5,6±0,21**	0,2
Кучумівка × Миронівська золотOVERX	6,4±0,26	7,0±0,18	9,0±0,23**	-0,5
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	5,6±0,26*	6,7±0,20	9,0±0,18**	-0,4
Лінія 10–02 × Лінія 11–20	6,9±0,25	6,6±0,10	8,6±0,16**	-1,4

Примітки: * різниця з материнською формою статистично достовірна за $P < 0,05$; ** різниця з батьківською формою статистично достовірна за $P < 0,05$.

Ступінь домінування кількості колосків у колосі суттєво варіював у внутрішньовидових гібридів F₁ (табл. 5.3).

Позитивне наддомінування за кількістю колосків у колосі встановлено у одного (7,1 %) низькорослого гібрида з комбінації схрещування Харківська 27 × Леукурум 99–6 (hr = 1,2), а також у одного (7,1 %) середньорослого – Харківська 37 × Лінія 10–01 (hr = 1,1).

Часткове позитивне домінування спостерігали у одного (7,1 %) середньорослого гібрида – Мелянопус 10–02 × Славута (hr = 0,6), проміжне успадкування встановлено у чотирьох (28,6 %) низькорослих та у одного (7,1 %) карлика, депресію відмічено у трьох (21,4 %) середньорослих, двох (14,3 %) низькорослих та у одного (7,1 %) карлика.

Таблиця 5.3

Кількість колосків у колосі та ступінь домінування у внутрішньовидових гібридів F₁ пшениці твердої ярої

Гібридна комбінація	Кількість колосків у колосі, шт.			Ступінь домінування, h_p
	♀	F ₁	♂	
Харківська 37 × Лінія 10–01	17,3±0,27	17,4±0,25	15,7±0,30**	1,1
Чадо × Мелянопус 10–02	18,2±0,22*	16,3±0,24	17,0±0,38	-2,2
Мелянопус 10–02 × Славута	17,0±0,37*	15,8±0,23	11,0±0,37**	0,6
Спадщина ×Лінія 10–01	15,5±0,29	15,3±0,26	15,8±0,30	-2,3
Ізольда×Леукурум 99–6	16,7±0,28*	15,0±0,27	12,4±0,24**	0,2
Харківська 27 × Neodur	13,7±0,32	14,4±0,29	15,1±0,36	0
Саратовская золотистая × Neodur	15,0±0,29	14,4±0,36	15,1±0,29	-13
Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6	17,0±0,25*	14,0±0,22	12,8±0,26**	-0,4
Харківська 27 × Леукурум 99–6	13,7±0,22	13,8±0,35	12,8±0,29**	1,2
Леукурум 06–07 × Харківська 29	13,0±0,27	13,6±0,15	16,1±0,27**	-0,6
Лінія 10–03 × Ammar 9	17,1±0,31*	13,1±0,29	13,6±0,33	-1,3
Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая	13,0±0,29	12,8±0,17	15,0±0,24**	-1,2
Лінія 10–04 × Ammar 9	14,6±0,26*	12,8±0,23	13,6±0,24**	-2,6
Леукурум 05–20 × Славута	13,2±0,25*	12,2±0,26	11,0±0,28**	0,1

Примітки: * різниця з материнською формою статистично достовірна за $P < 0,05$; ** різниця з батьківською формою статистично достовірна за $P < 0,05$.

За міжвидових схрещувань (табл. 5.4) позитивне наддомінування за кількістю колосків у колосі спостерігали у двох (16,7 %) низькорослих гібридів, одного (8,3 %) середньорослого та одного (8,3 %) карлика.

Часткове позитивне домінування встановлено у одного (8,3 %) карлика, проміжне успадкування – у трьох (25,0 %) низькорослих та двох (16,7 %) карликів, часткове від’ємне домінування – у середньорослого гібрида Елегія миронівська × Жізель ($h_p = -0,6$) та низькорослого Кучумівка × Миронівська золотоверха ($h_p = -0,6$).

Таблиця 5.4.

Кількість колосків у колосі та ступінь домінування у міжвидових гібридів F₁

Гібридна комбінація	Кількість колосків у колосі, шт.			Ступінь домінування, hp
	♀	F ₁	♂	
Кучумівка × Миронівська золотOVERX	17,3±0,19	17,5±0,14	18,0±0,29	-0,6
Лінія 08–17 × Саратовская золотистая	14,7±0,24*	17,0±0,20	15,0±0,21**	14,3
Лінія 06–15 × Neodur	16,2±0,29	16,3±0,09	15,1±0,23**	1,2
Лінія 07–16 × Леукурум 99–6	14,5±0,21	15,1±0,24	12,8±0,25**	1,7
Струна миронівська × Чадо	13,0±0,17*	15,1±0,14	18,2±0,19**	-0,2
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	13,7±0,22*	14,9±0,23	18,0±0,32**	-0,4
Лінія 14–23 × Харківська 27	14,8±0,22	14,5±0,20	13,7±0,36	0,5
Лінія 04–13 × Ammar 9	15,8±0,16*	14,4±0,20	13,6±0,21**	-0,3
Струна миронівська × Ізоolda	13,0±0,22*	14,3±0,20	16,7±0,31**	-0,3
Рання 93 × Харківська 27	14,0±0,23	14,1±0,20	13,7±0,36	1,7
Елегія миронівська × Жізель	16,0±0,21*	14,1±0,16	13,7±0,30	-0,6
Лінія 10–02 × Лінія 11–20	14,4±0,20	14,0±0,19	14,5±0,24	-9,0

Примітки: * різниця з материнською формою статистично достовірна за P < 0,05;
** різниця з батьківською формою статистично достовірна за P < 0,05.

Ступінь домінування кількості зерен у колосі у внутрішньовидових гібридів F₁ пшениці твердої ярої представлено в таблиці 5.5.

Позитивне наддомінування за кількістю зерен у колосі спостерігали у семи (50,0 %) середньорослих, низькорослих та карликових гібридів F₁. Отримано у середньому від 32,2 зерен у низькорослої комбінації Леукурум 05–20 × Славута до 49,6 зерен у середньорослої Мелянопус 10–02 × Славута. Перевага гібридів над кращою батьківською формою становила від 0,2 шт. (Лінія 10–04 × Ammar 9 за ступеня фенотипового домінування 1,2) до 5,4 шт. (Харківська 27 × Neodur за ступеня домінування 9,0).

Таблиця 5.5

Кількість зерен у колосі та ступінь домінування у внутрішньовидових гібридів F₁ пшениці твердої ярої

Гібридна комбінація	Кількість зерен у колосі, шт.			Ступінь домінування, hr
	♀	F ₁	♂	
Мелянопус 10–02 × Славута	45,4±0,98*	49,6±0,87	31,0±0,79**	1,6
Спадщина × Лінія 10–01	38,4±1,06*	45,3±0,80	47,3±0,87	0,6
Харківська 37 × Лінія 10–01	42,0±1,09	44,7±0,98	47,3±0,78**	0,1
Чадо × Мелянопус 10–02	47,9±1,17*	41,3±0,83	45,4±0,85*	-4,3
Харківська 27 × Леукурум 99–6	35,4±1,07*	40,5±0,80	39,1±0,73	1,7
Ізольда × Леукурум 99–6	32,8±1,17*	40,5±0,93	38,9±0,83	1,5
Харківська 27 × Neodur	35,8±1,11*	40,2±0,95	34,7±0,89**	9,0
Саратовская золотистая × Neodur	34,6±1,05*	40,0±0,85	32,7±0,85**	6,7
Лінія 10–03 × Ammar 9	53,2±1,07*	38,6±0,94	32,4±0,79**	-0,4
Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая	37,4±1,04	38,0±1,00	34,6±0,91**	1,4
Леукурум 06–07 × Харківська 29	37,4±1,04	37,2±0,94	40,2±0,72**	-1,1
Лінія 10–04 × Ammar 9	34,5±1,02	34,7±0,82	32,4±0,79**	1,2
Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6	45,4±1,07*	33,3±0,89	33,1±0,79	-0,9
Леукурум 05–20 × Славута	31,1±1,03	32,2±0,93	31,0±0,89	+23,0

Примітки: * різниця з материнською формою статистично достовірна за P < 0,05; ** різниця з батьківською формою статистично достовірна за P < 0,05.

Серед міжвидових гібридів першого покоління позитивне наддомінування за кількістю зерен у колосі встановлено у одного (8,3 %) низькорослого гібрида (табл. 5.6).

Кількість зерен у колосі коливалась від 13 шт. у низькорослого гібрида Струна миронівська × Чадо (hr = -4,6) та Лінія 06–15 × Neodur (hr = -5,3) до 52,0 шт. у низькорослого Лінія 08–17 × Саратовская золотистая (hr = 3,8). Часткове позитивне домінування виявлено у одного (8,3 %) низькорослого гібрида Харківська 27 × Ювіляр Миронівський (hr = 0,9), проміжне

успадкування – у одного (8,3 %) карлика Лінія 10–02 × Лінія 11–20 ($h_p = 0,1$). Депресію спостерігали у восьми (66,7 %) середньорослих, низькорослих та карликових гібридів F_1 .

Таблиця 5.6

Кількість зерен у колосі та ступінь домінування у міжвидових гібридів F_1

Гібридна комбінація	Кількість зерен у колосі, шт.			Ступінь домінування, h_p
	♀	F_1	♂	
Лінія 08–17 × Саратовская золотистая	41,8±0,98*	52,0±1,93	34,6±0,76**	3,8
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	33,4±1,00*	43,5±1,92	44,0±0,82	0,9
Елегія миронівська × Жізель	39,4±1,02	37,8±1,96	39,1±0,79	-9,0
Лінія 07–16 × Леукурум 99–6	42,7±1,03*	37,0±1,92	33,1±0,73	-0,2
Струна миронівська × Ізольда	35,6±0,96	32,6±2,02	32,8±0,80	-1,1
Лінія 10–02 × Лінія 11–20	29,1±0,95	32,5±1,90	36,1±0,83	0,1
Кучумівка × Миронівська золотоверха	49,3±1,02*	32,0±1,91	40,2±0,82**	-2,8
Лінія 04–13 × Ammar 9	39,2±0,91*	31,8±1,93	32,4±0,78	-1,2
Рання 93 × Харківська 27	35,7±1,04*	24,5±1,97	33,4±0,84**	-8,7
Лінія 14–23 × Харківська 27	36,7±1,11*	14,0±1,86	33,4±0,84**	-12,8
Струна миронівська × Чадо	35,6±0,99*	13,0±1,90	47,9±0,75**	-4,6
Лінія 06–15 × Neodur	41,7±1,04*	13,0±1,99	32,7±0,75**	-5,3

Примітки: * різниця з материнською формою статистично достовірна за $P < 0,05$; ** різниця з батьківською формою статистично достовірна за $P < 0,05$.

Ступінь домінування за масою зерна з колоса у внутрішньовидових гібридів F_1 пшениці твердої ярої представлено у таблиці 5.7.

Найбільшу масу зерна з колоса (2,8 г) відмічено у середньорослого гібрида внутрішньовидової гібридної комбінації Мелянопус 10–02 × Славута за ступеня фенотипового домінування 4,1.

У низькорослих гібридів комбінацій схрещування Ізольда × Леукурум 99–6, Саратовская золотистая × Neodur маса становила 1,5 г, при цьому ступінь домінування – 4,0; 2,3 відповідно. Часткове позитивне домінування

виявлено у одного (7,1 %) середньорослого гібрида Спадщина × Лінія 10–01 ($h_p = 0,7$).

Таблиця 5.7

Маса зерна з колоса та ступінь домінування у внутрішньовидових гібридів F₁ пшениці твердої ярої

Гібридна комбінація	Маса зерна з колоса, г			Ступінь домінування, h_p
	♀	F ₁	♂	
Мелянопус 10–02 × Славута	1,7±0,08*	2,8±0,11	1,0±0,13**	4,1
Спадщина × Лінія 10–01	1,6±0,06*	2,2±0,10	2,3±0,11	0,7
Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая	1,3±0,07*	1,9±0,11	1,3±0,08**	0
Харківська 27 × Neodur	1,3±0,06	1,7±0,19	1,0±0,08**	3,7
Харківська 37 × Лінія 10–01	2,0±0,12	1,7±0,10	2,3±0,07**	-3,0
Харківська 27 × Леукурум 99–6	1,3±0,07	1,6±0,14	1,2±0,07**	7,0
Леукурум 06–07 × Харківська 29	1,3±0,07	1,5±0,10	1,3±0,09	0
Ізольда × Леукурум 99–6	1,0±0,11*	1,5±0,09	1,2±0,12	4,0
Саратовская золотистая × Neodur	1,3±0,10	1,5±0,19	1,0±0,09**	2,3
Чадо × Мелянопус 10–02	2,0±0,13*	1,5±0,15	1,7±0,15	-2,3
Лінія 10–03 × Ammar 9	2,0±0,15*	1,5±0,16	1,2±0,12	-0,3
Лінія 10–04 × Ammar 9	1,3±0,05	1,4±0,14	1,2±0,12	3,0
Леукурум 05-20 × Славута	1,0±0,05	1,1±0,12	1,3±0,07	-0,3
Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6	1,7±0,09*	1,1±0,19	1,2±0,07	-1,4

Примітки: * різниця з материнською формою статистично достовірна за $P < 0,05$; ** різниця з батьківською формою статистично достовірна за $P < 0,05$.

Ступінь домінування маси зерна з колоса у більшості міжвидових гібридів F₁ мав від'ємні показники (табл. 5.8).

Найбільшу масу зерна з колоса (2,1 г) відмічено у низькорослого гібрида міжвидової гібридної комбінації Лінія 08–17 × Саратовская золотистая за ступеня позитивного наддомінування 1,7.

Часткове позитивне домінування відмічено у одного гібрида (8,3 %) Лінія 04–13 × Ammar 9 ($h_p = 1,0$), проміжне успадкування – у одного (8,3 %) низькорослого гібрида Харківська 27 × Ювіляр Миронівський ($h_p = 0,4$).

Таблиця 5.8

Маса зерна з колоса та ступінь домінування у міжвидових гібридів F₁

Гібридна комбінація	Маса зерна з колоса, г			Ступінь домінування, hr
	♀	F ₁	♂	
Лінія 08–17 × Саратовская золотистая	1,9±0,06*	2,1±0,07	1,3±0,08**	1,7
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	1,3±0,04*	1,8±0,09	2,0±0,11	0,4
Лінія 04–13 × Ammar 9	1,5±0,04	1,5±0,08	1,3±0,14	1,0
Лінія 07–16 × Леукурум 99–6	1,7±0,04*	1,3±0,09	1,2±0,11	-0,6
Елегія миронівська × Жізель	1,7±0,10*	1,2±0,09	1,6±0,07**	-9,0
Лінія 10–02 × Лінія 11–20	1,0±0,16	1,1±0,24	1,7±0,08**	-0,7
Струна миронівська × Ізольда	1,2±0,7	1,0±0,14	1,0±0,06	-1,0
Струна миронівська × Чадо	1,2±0,06	1,0±0,15	2,0±0,09**	-1,5
Лінія 06–15 × Neodur	1,3±0,08*	1,0±0,09	1,0±0,06	-1,0
Кучумівка × Миронівська золотоверха	1,4±0,05*	1,0±0,09	2,0±0,07**	-2,3
Рання 93 × Харківська 27	1,3±0,04*	1,0±0,06	1,3±0,09**	0
Лінія 14–23 × Харківська 27	1,2±0,08	1,0±0,09	1,3±0,18	-5,0

Примітки: * різниця з материнською формою статистично достовірна за $P < 0,05$; ** різниця з батьківською формою статистично достовірна за $P < 0,05$.

Часткове негативне успадкування – у чотирьох (33,3 %), депресія – у п'яти (41,7 %) середньорослих, низькорослих та карликових гібридів F₁ пшениці твердої ярої з 12 комбінацій схрещувань.

Аналіз внутрішньовидових гібридів F₁ за масою 1000 зерен вказує на варіювання цієї ознаки (табл. 5.9).

Позитивне наддомінування за масою 1000 зерен спостерігали у двох (14,3 %) середньорослих гібридів F₁ внутрішньовидових гібридних комбінацій Мелянопус 10–02 × Славута (hr= 5,0), Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая (hr = 13) та у одного (7,1 %) низькорослого – Леукурум 06–07 × Харківська 29 (hr = 17).

Часткове позитивне домінування у одного (7,1 %) низькорослого – Саратовская золотистая × Neodur (hr = 1,0).

Таблиця 5.9

Маса 1000 зерен та ступінь домінування у внутрішньовидових гібридів F₁ пшениці твердої ярої

Гібридна комбінація	Маса 1000 зерен, г			Ступінь домінування, <i>h_p</i>
	♀	F ₁	♂	
Мелянопус 10–02 × Славута	40,5±0,42*	44,5±0,23	38,5±0,30**	5,0
Леукурум 06–07 × Харківська 29	40,0±0,37*	44,0±0,25	39,5±0,34**	17
Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая	40,0±0,16*	43,5±0,31	40,5±0,29**	13
Спадщина × Лінія 10–01	44,5±0,27*	43,5±0,36	44,5±0,27**	0
Харківська 37 × Лінія 10–01	40,0±0,35*	43,0±0,41	44,5±0,36**	0,3
Харківська 27 × Леукурум 99–6	40,5±0,23*	41,5±0,23	43,5±0,31**	-0,3
Саратовская золотистая × Neodur	40,5±0,29	40,5±0,20	39,0±0,30**	1,0
Лінія 10–04 × Ammar 9	40,0±0,34	40,5±0,20	41,5±0,31**	-0,3
Харківська 27 × Neodur	40,5±0,32	40,0±0,25	39,0±0,29**	0,3
Леукурум 05–20 × Славута	38,5±0,37*	40,0±0,19	38,5±0,32**	0
Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6	40,5±0,28*	39,5±0,30	43,5±0,33**	-1,7
Лінія 10–03 × Ammar 9	43,5±0,23*	39,5±0,33	41,5±0,29**	-3,0
Ізольда × Леукурум 99–6	38,5±0,22	39,0±0,24	43,5±0,33**	-0,8
Чадо × Мелянопус 10–02	41,5±0,22*	39,0±0,33	40,5±0,31**	-4,0

Примітки: * різниця з материнською формою статистично достовірна за $P < 0,05$;
** різниця з батьківською формою статистично достовірна за $P < 0,05$.

Проміжне успадкування за масою 1000 зерен виявлено у п'яти (35,7 %) середньорослих, низькорослих та карликових гібридів F₁.

Часткове негативне домінування у низькорослого гібрида Ізольда × Леукурум 99–6 ($h_p = -0,8$), депресія – у трьох (21,4 %).

Позитивне наддомінування за масою 1000 зерен встановлено у трьох (25,0 %) середньорослих, низькорослих та карликових міжвидових гібридів F₁ (табл. 5.10).

Часткове позитивне домінування спостерігали у чотирьох (33,3 %) карликових гібридів – Лінія 08–17 × Саратовская золотистая ($h_p = 1,0$), Елегія миронівська × Жізель ($h_p = 1,0$), Лінія 10–02 × Лінія 11–20 ($h_p = 0,8$), Лінія 14–23 × Харківська 27 ($h_p = 0,7$).

Таблиця 5.10

Маса 1000 зерен та ступінь домінування у міжвидових гібридів F₁

Гібридна комбінація	Маса 1000 зерен, г			Ступінь домінування, hr
	♀	F ₁	♂	
Лінія 04–13 × Ammar 9	37,5±0,47*	47,0±0,83	41,5±0,61**	3,7
Лінія 07–16 × Леукурум 99-6	39,0±0,44*	44,5±0,83	43,5±0,57	1,4
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	40,5±0,49*	42,5±0,86	44,0±0,52	0,1
Елегія миронівська × Жізель	31,0±0,64*	41,5±0,90	41,0±0,50	0,9
Лінія 08–17 × Саратовская золотистая	40,0±0,43	40,5±0,88	40,5±0,49	1,0
Струна миронівська × Чадо	39,0±0,42	40,0±0,89	41,5±0,56	-0,3
Лінія 06–15 × Neodur	31,0±0,44*	39,5±0,86	39,0±0,62	1,1
Рання 93 × Харківська 27	37,0±0,60*	39,5±0,86	40,5±0,48	0,4
Лінія 14–23 × Харківська 27	30,0±0,45*	39,0±0,85	40,5±0,60	0,7
Лінія 10–02 × Лінія 11–20	39,0±0,39	38,5±0,94	33,0±0,50**	0,8
Струна миронівська × Ізольда	39,0±0,53	38,5±0,87	38,5±0,50	-1,0
Кучумівка × Миронівська золотOVERXA	39,5±0,46*	30,0±0,91	44,0±0,52**	-5,2

Примітки: * різниця з материнською формою статистично достовірна за $P < 0,05$; ** різниця з батьківською формою статистично достовірна за $P < 0,05$.

Проміжне успадкування відмічено у трьох міжвидових гібридів (25,0 %) – Рання 93 × Харківська 27 (hr = 0,4), Харківська 27 × Ювіляр Миронівський (hr = 0,1), Струна миронівська × Чадо (hr = -0,3).

Депресію – у низькорослої комбінації схрещування Кучумівка × Миронівська золотOVERXA (hr = -5,2).

5.2. Прояв істинного гетерозису за елементами структури продуктивності

Внутрішньовидові гібриди першого покоління пшениці твердої ярої проявили істинний гетерозис за основними показниками елементів структури продуктивності (табл. 5.11).

За довжиною колоса найбільший відсоток гетерозису спостерігали у гібридів F₁ комбінацій Леукурум 05–20 × Славута ($\Gamma_{\text{ict.}} = 9,3$ %), Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая ($\Gamma_{\text{ict.}} = 8,9$ %), Чадо × Мелянопус 10–02 ($\Gamma_{\text{ict.}} = 4,1$ %), Харківська 37 × Лінія 10–01 ($\Gamma_{\text{ict.}} = 3,7$ %).

Гетерозис за кількістю колосків у колосі проявила одна (7,1 %) гібридна комбінація Харківська 27 × Леукурум 99–6 ($\Gamma_{\text{іст.}} = 0,7$ %), негативний – 13 (92,9 %) комбінацій.

За кількістю зерен у колосі вісім (57,1 %) гібридів виявили гетерозис від 0,6 до 15,6 % – Саратовская золотистая × Neodur ($\Gamma_{\text{іст.}} = 15,6$ %), Харківська 27 × Neodur ($\Gamma_{\text{іст.}} = 12,3$ %), Мелянопус 10–02 × Славута ($\Gamma_{\text{іст.}} = 9,2$ %), Ізольда × Леукурум 99–6 ($\Gamma_{\text{іст.}} = 4,1$ %), Харківська 27 × Леукурум 99–6 ($\Gamma_{\text{іст.}} = 3,6$ %), Леукурум 05–20 × Славута ($\Gamma_{\text{іст.}} = 3,5$ %), Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая ($\Gamma_{\text{іст.}} = 1,6$ %), Лінія 10–04 × Ammar 9 ($\Gamma_{\text{іст.}} = 0,6$ %); шість гібридів (42,6 %) – негативний.

Таблиця 5.11.

Істинний гетерозис ($\Gamma_{\text{іст.}}$, %) за елементами структури продуктивності у внутрішньовидових гібридів F_1 пшениці твердої ярої

Гібридна комбінація	Довжина колоса	Кількість колосків у колосі	Кількість зерен у колосі	Маса зерна з колоса	Маса 1000 зерен
Харківська 27 × Neodur	-14,1	-4,6	+12,3	+30,8	-1,2
Харківська 27 × Леукурум 99–6	+1,7	+0,7	+3,6	+23,1	-4,6
Лінія 10–03 × Ammar9	-28,4	-23,4	-27,4	-25,0	-9,2
Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая	+8,9	-14,7	+1,6	+46,2	+7,4
Саратовская золотистая × Neodur	+2,8	-4,6	+15,6	+15,4	+1,0
Харківська 37 × Лінія 10–01	+3,7	0	-5,5	-26,1	-3,4
Ізольда × Леукурум 99–6	-1,4	-10,2	+4,1	+25,0	-10,3
Мелянопус 10–02 × Славута	-4,1	-7,1	+9,2	+64,7	+9,9
Чудо × Мелянопус 10–02	+4,1	-10,4	-13,8	-25,0	-6,0
Леукурум 05–20 × Славута	+9,3	-7,6	+3,5	-15,4	+3,9
Леукурум 06–07 × Харківська 29	-2,8	-15,5	-7,5	+15,4	+10,0
Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6	-12,2	-17,6	-26,6	-35,3	-9,2
Спадщина × Лінія 10–01	-3,9	-3,2	-4,2	-4,3	-2,2
Лінія 10–04 × Ammar 9	+1,7	-12,3	+0,6	+7,7	-2,4

За масою зерна з колоса найвищий ступінь гетерозису спостерігали у гібридів F₁ Мелянопус 10–02 × Славута (Г_{іст.} = 64,7 %), Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая (Г_{іст.} = 46,2 %), Харківська 27 × Neodur (Г_{іст.} = 30,8 %). Істинний гетерозис за масою 1000 зерен проявився у чотирьох (28,6 %) комбінаціях схрещування (3,9–10,0 %), негативний – у дев'яти (64,3 %). Ефект істинного гетерозису за основними показниками елементів структури врожаю був відсутній у гібридів таких комбінацій, як Лінія 10–03 × Ammar 9, Мелянопус 10–02 × Леукурум 99–6, Спадщина × Лінія 10–01.

Основна частина міжвидових гібридів F₁ проявила негативний гетерозис (табл. 5.12).

Таблиця 5.12

Істинний гетерозис (Г_{іст.}, %) за елементами структури продуктивності у міжвидових гібридів F₁

Гібридна комбінація	Довжина колоса	Кількість колосків у колосі	Кількість зерен у колосі	Маса зерна з колоса	Маса 1000 зерен
Лінія 06–15 × Neodur	-3,3	0	-68,8	-23,1	+1,3
Лінія 07–16 × Леукурум 99–6	-2,0	+4,1	-13,4	-23,5	+2,3
Лінія 04–13 × Ammar 9	-1,9	-8,9	-18,9	0	+13,3
Лінія 08–17 × Саратовская золотистая	+7,1	+13,3	+24,4	+10,5	0
Лінія 14–23 × Харківська 27	-13,6	-2,1	-64,8	-23,1	-3,7
Лінія 10–02 × Лінія 11–20	-23,3	-3,4	-9,9	-35,3	-1,3
Кучумівка × Миронівська золотоверха	-22,2	-2,8	-35,1	-50,0	-31,8
Елегія миронівська × Жізель	-17,1	-11,8	-4,1	-29,4	+1,2
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	-25,6	-17,2	-1,1	-10,0	-3,4
Струна миронівська × Ізольда	+3,5	-14,4	-8,4	-16,7	-1,3
Струна миронівська × Чадо	+4,6	-17,0	-72,8	-50,0	-3,6
Рання 93 × Харківська 27	+4,7	+0,7	-31,4	-23,1	-2,5

За довжиною колоса позитивний гетерозис спостерігали у гібридів F₁ Лінія 08–17 × Саратовская золотистая (Г_{іст.} = 7,1 %), Рання 93 × Харківська 27

($\Gamma_{\text{гет.}} = 4,7 \%$), Струна миронівська \times Чадо ($\Gamma_{\text{гет.}} = 4,6 \%$), Струна миронівська \times Ізольда ($\Gamma_{\text{гет.}} = 3,5 \%$).

За кількістю колосків у колосі позитивним гетерозисом характеризувались гібриди F_1 комбінацій Лінія 08–17 \times Саратовская золотистая ($\Gamma_{\text{гет.}} = 13,3 \%$), Лінія 07–16 \times Леукурум 99–6 ($\Gamma_{\text{гет.}} = 4,1 \%$), Рання 93 \times Харківська 27 ($\Gamma_{\text{гет.}} = 0,7 \%$), негативним – вісім (66,7 %). За кількістю зерен у колосі істинний гетерозис проявила одна (8,3 %) гібридна комбінація Лінія 08–17 \times Саратовская золотистая ($\Gamma_{\text{гет.}} = 24,4 \%$), негативний – 11 (91,7 %).

За масою зерна з колоса гетерозис спостерігали у гібрида Лінія 08–17 \times Саратовская золотистая ($\Gamma_{\text{гет.}} = 10,5 \%$). За масою 1000 зерен гетерозис (1,3–13,3 %) проявився у чотирьох (33,3 %) комбінацій схрещування. За основними показниками елементів структури врожаю ефект істинного гетерозису був відсутній у гібридів F_1 Лінія 14–23 \times Харківська 27, Лінія 10–02 \times Лінія 11–20, Кучумівка \times Миронівська золотOVERX, Харківська 27 \times Ювіляр Миронівський.

Залежно від ознаки та комбінації схрещування встановлено значне варіювання ступеня домінування (h_p) – від позитивного наддомінування ($h_p > +1$) до депресії ($h_p < -1$). За результатами досліджень виділено внутрішньовидові та міжвидові гібриди F_1 Харківська 27 \times Леукурум 99–6, Леукурум 06–07 \times Саратовская золотистая, Саратовская золотистая \times Neodur, Мелянопус 10–02 \times Славута, Лінія 04–13 \times Ammar 9, Лінія 08–17 \times Саратовская золотистая, Лінія 08–17 \times Саратовская золотистая, які проявили позитивне наддомінування та домінування за елементами структури врожаю, що є цінним для селекційної практики.

РОЗДІЛ 6.

ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ ЗА ЦІННИМИ СЕЛЕКЦІЙНИМИ ОЗНАКАМИ

Трансгресивна мінливість є результатом розщеплення генів починаючи із другого гібридного покоління. За окремими показниками трансгресивні форми виходять за межі прояву ознак батьківських форм [223]. Трансгресії є результатом дії і взаємодії багатьох полімерних генів, які контролюють кількісні та якісні ознаки [224].

У практичному відношенні ряд трансгресій за кількісними ознаками являють цінні варіанти, які за окремими характеристиками або їх комплексом переважають існуючі сорти. Не випадково дослідники приділяють велику увагу трансгресіям, а деякі селекціонери завдяки науково обґрунтованому підходу до виокремлення трансгресивних морфобіотипів досягли великих успіхів у створенні нових сортів [225].

Аналіз результатів великої кількості селекційно-генетичних досліджень показує, що генетичну природу трансгресій у пшениці вивчено недостатньо [226, 223]. Учені вважають, що причиною трансгресій є утворення гомозиготних генотипів при розщепленні, що перевищують спектр мінливості батьківських форм за однією або декількома ознаками [227–229]. Але питання щодо типу взаємодії алелів, які зумовлюють прояв трансгресій, а також прогнозування параметрів трансгресії, методи підбору батьківських пар вивчені недостатньо, що не дає селекціонерам можливості ефективно і широко використовувати це явище у масовому порядку.

6.1. Трансгресії за ознаками стійкості до вилягання

Дослідження гібридів ярої пшениці [230] з 22 комбінацій схрещувань індійських і мексиканських короткостеблових сортів з високорослими вітчизняними сортами дало можливість виокремити у F_2 більше карликових і напівкарликових форм, аніж короткостеблових. Високий ступінь успадкування ознаки дає змогу ефективно проводити добір на короткостебловість у гібридних популяціях F_2 , у яких виявлено часткове або проміжне домінування високорослого стебла.

Аналіз за висотою стебла внутрішньовидових гібридів другого покоління показав, що одержане різноманіття залежало від вихідних форм (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Ступінь трансгресії за висотою рослин у внутрішньовидових
гібридних популяціях**

Комбінація схрещування	Max ♀♂	$X \pm S_x$	V, %	Tс, %
Ізольда × Леукурум 99-6	114,0	92,5±4,5	15,5	-17,5
Леукурум 05-20 × Славута	124,0	100,9±6,4	20,2	-15,3
Лінія 10-04 × Ammar 9	93,0	81,5±2,2	8,7	-8,6
Леукурум 06-07 × Харківська 29	117,0	107,6±1,8	4,9	-6,8
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	119,0	100,9±1,8	5,8	-5,0
Чодо × Мелянопус 10-02	118,0	111,2±1,9	5,6	-4,2
Харківська 27 × Neodur	70,0	66,5±3,2	10,3	-2,8
Спадщина × Лінія 10-01	106,0	101,5±1,9	5,9	-2,8
Харківська 37 × Лінія 10-01	112,0	108,0±2,3	6,3	-2,7
Лінія 10-03 × Ammar 9	79,0	75,6±4,2	17,6	-2,5

Так, за внутрішньовидового схрещування різних за висотою сортів (середньорослі × середньорослі, низькорослі × низькорослі) коефіцієнт варіації був вищим у гібридних популяцій, батьківські форми яких більше різнилися за цією ознакою. Встановлено, що висота рослин у F₂ залежала від материнської форми.

Негативну трансгресію за висотою рослин спостерігали також у міжвидових гібридів (табл. 6.2). Слід зазначити, що у більшості проаналізованих міжвидових комбінацій схрещування ступінь негативної трансгресії перевищував 10 %, тобто висота гібридів F₂ була значно меншою, ніж найвища батьківська форма.

Аналіз результатів вимірювання міцності соломини на злам у досліджуваного матеріалу показав позитивний характер трансгресії у гібридів F₂ від внутрішньовидових і міжвидових схрещувань (табл. 6.3 і 6.4).

Таблиця 6.2

**Ступінь трансгресії за висотою рослин у міжвидових
гібридних популяціях**

Комбінація схрещування	Max ♀♂	X±Sx	V, %	Tс, %
Лінія 14-23 × Харківська 27	97,0	75,0±3,0	12,9	-17,5
Струна миронівська × Чадо	115,0	93,7±4,2	14,2	-15,3
Лінія 07-16 × Леукурум 99-6	98,0	78,9±5,0	20,4	-15,3
Рання 93 × Харківська 27	101,0	85,1±3,9	14,8	-11,9
Елегія миронівська × Жізель	111,0	92,1±3,9	13,8	-10,8
Лінія 06-15 × Neodur	78,0	69,2±5,4	25,1	-10,2
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	96,0	77,7±4,3	15,1	-9,1
Лінія 04-13 × Ammar 9	94,0	90,0±1,6	5,3	-2,1

Серед досліджуваного матеріалу високою частотою позитивної трансгресії (20 %) за ознакою „міцність соломини на злам” характеризувалися чотири внутрішньовидові гібридні комбінації. Ступінь позитивної трансгресії у них перевищував 11 %.

Таблиця 6.3

**Ступінь та частота трансгресії за міцністю соломини на злам у
внутрішньовидових гібридних популяціях**

Комбінація схрещування	Max ♀♂	X±Sx	V, %	Tс, %	Tч, %
Мелянопус 10-02 × Славута	660,0	697,0±17,8	8,2	18,2	20,0
Харківська 37 × Лінія 10-01	770,0	854,0±8,3	3,1	15,6	20,0
Харківська 27 × Neodur	650,0	671,0±11,9	5,7	12,3	20,0
Ізольда × Леукурум 99-6	710,0	711,0±12,7	5,7	11,3	20,0
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	740,0	754,0±10,8	4,6	8,1	16,0
Леукурум 05-20 × Славута	620,0	636,0±8,9	4,5	8,1	16,0
Чадо × Мелянопус 10-02	660,0	672,0±10,5	5,0	7,6	16,0
Лінія 10-04 × Ammar 9	560,0	528,0±7,2	4,4	1,8	4,0
Харківська 27 × Леукурум 99-6	600,0	548,0±13,6	7,9	1,7	4,0
Леукурум 06-07 × Харківська 29	740,0	630,0±19,8	10,1	1,4	4,0

Таблиця 6.4.

Ступінь та частота трансгресії за міцністю соломини на злам у міжвидових гібридних популяціях

Комбінація схрещування	Max ♀♂	X±Sx	V, %	Tс, %	Tч, %
Лінія 07-16 × Леукурум 99-6	560,0	673,0±18,7	8,9	21,2	8,0
Лінія 08-17 × Саратовская золотистая	640,0	754,0±13,1	5,6	18,8	20,0
Лінія 04-13 × Ammar 9	580,0	663,0±16,6	7,0	15,3	20,0
Лінія 14-23 × Харківська 27	580,0	617,0±12,2	6,3	12,4	16,0
Лінія 06-15 × Neodur	650,0	722,0±13,2	5,9	11,5	16,0
Рання 93 × Харківська 27	580,0	560,0±11,9	6,8	8,6	8,0
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	580,0	612,0±8,7	3,9	7,5	16,0
Елегія миронівська × Жізель	670,0	640,0±14,9	7,5	5,9	8,0
Струна миронівська × Чадо	650,0	603,0±8,6	4,6	1,5	4,0
Струна миронівська × Ізольда	710,0	640,0±14,6	7,3	1,4	4,0

Серед міжвидових низькорослих і середньорослих гібридних популяцій ступінь трансгресії на рівні 21,2 % виявлено у комбінації Лінія 07–16 × Леукурум 99–6, а частота трансгресії становила 8,0 %.

У двох гібридних комбінаціях з частотою 20,0 % формувались трансгресивні рослини, у яких ступінь позитивної трансгресії за міцністю соломини на злам був на рівні 18,8 % та 15,3 % відповідно.

Ступінь трансгресії за довжиною другого міжвузля у популяціях внутрішньовидових і міжвидових схрещувань характеризувався від'ємними значеннями (табл. 6.5 і 6.6).

Негативні трансгресії за довжиною другого міжвузля виявлено в усіх досліджених внутрішньовидових і міжвидових комбінаціях схрещування. Тобто друге міжвузля у гібридів F₂ було коротшим, ніж у батьківських форм, що може бути позитивним для загальної стійкості до вилягання.

Таблиця 6.5

**Ступінь трансгресії за довжиною другого міжвузля у
внутрішньовидових гібридних популяціях**

Комбінація схрещування	Max ♀♂	$X \pm S_x$	V, %	Tс, %
Лінія 10-04 × Аммар 9	26,0	19,5±0,8	13,6	-19,2
Леукурум 05-20 × Славута	27,0	19,4±1,6	23,6	-18,5
Харківська 37 × Лінія 10-01	27,0	21,2±2,2	6,9	-14,8
Мелянопус 10-02 × Леукурум 99-6	25,0	19,6±3,0	9,7	-12,0
Чадо × Мелянопус 10-02	26,0	21,5±2,9	9,4	-11,5
Леукурум 06-07 × Харківська 29	28,0	22,0±0,9	10,7	-10,7
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	23,0	20,7±1,7	26,1	-8,7
Лінія 10-03 × Аммар 9	16,0	14,6±1,1	19,2	-6,3
Спадщина × Лінія 10-01	25,0	22,2±0,5	7,1	-4,0
Харківська 27 × Neodur	15,0	13,7±0,3	6,9	-3,3

Негативні трансгресії за довжиною другого міжвузля виявлено в усіх досліджених внутрішньовидових і міжвидових комбінаціях схрещування. Тобто друге міжвузля у гібридів F₂ було коротшим, ніж у батьківських форм, що може бути позитивним для загальної стійкості до вилягання.

Таблиця 6.6

**Ступінь трансгресії за довжиною другого міжвузля у
міжвидових гібридних популяціях**

Комбінація схрещування	Max ♀♂	$X \pm S_x$	V, %	Tс, %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Елегія миронівська × Жізель	25,0	20,8±1,2	18,7	-16,0
Струна миронівська × Чадо	27,0	20,5±1,5	23,4	-14,8
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	14,0	12,2±1,4	20,9	-12,6
Рання 93 × Харківська 27	23,0	21,0±1,8	27,0	-8,7
Лінія 04-13 × Аммар 9	26,0	22,2±1,1	15,1	-7,7

<i>Продовження таблиці 6.6</i>				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Лінія 06-15 × Neodur	20,0	18,9±1,2	20,1	-5,0
Лінія 07-16 × Леукурум 99-6	21,0	18,7±0,8	13,9	-4,8
Лінія 08-17 × Саратовская золотистая	24,0	22,3±0,5	7,2	-4,2

Для подальших селекційних досліджень і доборів за стійкістю до вилягання практичний інтерес становитимуть трансгресивні низькорослі форми з міцною на злам соломиною та укороченим другим міжвузлям, одержані від комбінацій схрещування Ізольда × Леукурум 99–6, Мелянопус 10–02 × Славута, Леукурум 06–07 × Харківська 29, Лінія 14–23 × Харківська 27, Струна миронівська × Чадо, Лінія 07–16 × Леукурум 99–6 та інших.

6.2. Успадкування ознак стійкості до вилягання

Частина загальної мінливості, що обумовлюється генетичними відмінностями, визначається як успадковуваність. Розрізняють успадковуваність у вузькому розумінні (h^2) і успадковуваність у широкому розумінні (H^2). Для селекційної роботи, пов'язаної з доборами в гібридних популяціях, що розщеплюються, більш ефективним є використання коефіцієнта успадковуваності у вузькому розумінні (h^2). Він враховує адитивні ефекти генів у загальній (фенотиповій) мінливості, а їхня домінантна і епістатична дія, що більше пов'язана з H^2 , може не передаватись нащадкам унаслідок розщеплення у F_2 , F_3 [231].

Коефіцієнти успадковуваності (H^2 та h^2) ознак стійкості до вилягання у гібридів F_2 від внутрішньовидових і міжвидових схрещувань представлені у (табл. 6.7 і 6.8).

Коефіцієнт успадковуваності висоти рослин у внутрішньовидових популяціях F_2 пшениці твердої ярої змінювався залежно від комбінації схрещування. Більш високі коефіцієнти успадковуваності за цією ознакою виявлено в комбінаціях Харківська 27 × Neodur, Лінія 10–03 × Ammar 9, Леукурум 05–20 × Славута, Ізольда × Леукурум 99–6 та інших.

Показник успадковуваності міцності соломини на злам та довжини другого міжвузля варіював від 0,11 до 0,87 та від 0,20 до 0,91 залежно від комбінації.

Таблиця 6.7

Коефіцієнти успадкованості ознак стійкості до вилягання у F₂ від внутрішньовидових схрещувань

Комбінація схрещування	Висота рослин	Міцність соломини на злам	Довжина другого міжвузля
Харківська 27 × Neodur	0,71/0,81	0,11/0,23	0,34/0,41
Лінія 10-03 × Ammar 9	0,85/0,75	0,12/0,24	0,49/0,40
Леукурум 05-20 × Славута	0,91/0,74	0,34/0,38	0,21/0,33
Ізольда × Леукурум 99-6	0,73/0,64	0,45/0,53	0,20/0,27
Лінія 10-04 × Ammar 9	0,51/0,54	0,87/0,62	0,62/0,53
Спадщина × Лінія 10-01	0,48/0,51	0,17/0,22	0,51/0,44
Мелянопус 10-02 × Леукурум 99-6	0,53/0,47	0,24/0,19	0,30/0,41
Харківська 37 × Лінія 10-01	0,51/0,47	0,54/0,58	0,77/0,68
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	0,38/0,41	0,20/0,19	0,85/0,77
Саратовская золотистая × Neodur	0,55/0,39	0,23/0,31	0,64/0,57
Мелянопус 10-02 × Славута	0,48/0,37	0,73/0,68	0,91/0,77
Харківська 27 × Леукурум 99-6	0,27/0,34	0,50/0,48	0,47/0,51
Леукурум 06-07 × Харківська 29	0,16/0,24	0,73/0,64	0,45/0,38
Чадо × Мелянопус 10-02	0,11/0,19	0,33/0,44	0,51/0,64

Примітка: у чисельнику – коефіцієнт успадкованості у широкому розумінні (H²); у знаменнику – коефіцієнт успадкованості у вузькому розумінні (h²).

Таблиця 6.8

Коефіцієнти успадкованості ознак стійкості до вилягання у F₂ від міжвидових схрещувань

Комбінація схрещування	Висота рослин	Міцність соломини на злам	Довжина другого міжвузля
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	0,91/0,87	0,48/0,57	0,84/0,78
Струна миронівська × Чадо	0,84/0,79	0,13/0,21	0,48/0,53
Елегія миронівська × Жізель	0,83/0,77	0,59/0,64	0,30/0,43
Рання 93 × Харківська 27	0,63/0,71	0,18/0,29	0,78/0,62

<i>Продовження таблиці 6.8</i>			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Лінія 06-15 × Neodur	0,94/0,71	0,67/0,54	0,73/0,51
Лінія 14-23 × Харківська 27	0,84/0,69	0,36/0,44	0,87/0,61
Лінія 07-16 × Леукурум 99-6	0,87/0,68	0,19/0,35	0,72/0,59
Струна миронівська × Ізольда	0,64/0,53	0,77/0,84	0,18/0,27
Лінія 10-02 × Лінія 11-20	0,44/0,48	0,75/0,84	0,47/0,35
Кучумівка × Миронівська золотоверха	0,38/0,43	0,41/0,29	0,39/0,33
Лінія 08-17 × Саратовская золотистая	0,44/0,37	0,49/0,57	0,26/0,38
Лінія 04-13 × Ammar 9	0,21/0,35	0,50/0,39	0,61/0,47

Примітка: у чисельнику – коефіцієнт успадкованості у широкому розумінні (H^2); у знаменнику – коефіцієнт успадкованості у вузькому розумінні (h^2).

Високі показники за проаналізованими ознаками у гібридів F_2 від міжвидових схрещувань виявлено в комбінаціях Харківська 27 × Ювіляр Миронівський, Струна миронівська × Чадо, Елегія миронівська × Жізель, Раня 93 × Харківська 27, Лінія 06-15 × Neodur та інших.

6.3. Трансгресії за елементами продуктивності колоса

Трансгресивна мінливість ознак продуктивності колоса істотно залежить від особливостей успадкування. Якщо у F_2 домінантність ознаки зменшується до одиниці, що свідчить про перевагу алельного генетичного контролю ознаки, то в гібридних популяціях з'являється незначна кількість цінних біотипів (6–10 %). Значну селекційну цінність мають гібриди, в яких у F_1 виявляється гетерозис, а у F_2 – часткове домінування або проміжне успадкування [232]. При розщепленні у F_2 спостерігається значна мінливість ознак [226]. Для практичної селекції на продуктивність великого значення набувають форми з позитивними трансгресіями, отримані в результаті появи рекомбінантів за певними цінними господарськими ознаками (табл. 6.9).

За ознакою „довжина колоса” краще співвідношення ступеня (22,8 %) і частоти (20,0 %) трансгресій у F_2 спостерігали за схрещування Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая. Високу частоту позитивних трансгресій (на рівні 20 %) відмічено також у внутрішньовидових гібридних

комбінаціях Мелянопус 10–02 × Славута, Спадщина × Лінія 10–01, Саратовская золотистая × Neodur.

Таблиця 6.9.

Ступінь і частота трансгресії за довжиною колоса у внутрішньовидових і міжвидових популяціях F₂

Комбінація схрещування	Max ♀♂	X±Sx	V, %	Tс, %	Tч, %
внутрішньовидові популяції					
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	7,0	7,1±0,3	13,5	22,8	20,0
Харківська 27 × Леукурум 99-6	6,0	6,1±0,2	10,4	16,7	8,0
Мелянопус 10-02 × Славута	6,0	6,6±0,2	7,9	15,0	20,0
Харківська 27 × Neodur	7,0	7,9±0,1	4,2	14,3	16,0
Лінія 10-04 × Ammar 9	7,0	6,6±0,3	14,4	14,3	8,0
Спадщина × Лінія 10-01	8,0	9,0±0,3	11,1	12,5	20,0
Леукурум 06-07 × Харківська 29	8,0	9,2±0,3	12,4	12,5	16,0
Леукурум 05-20 × Славута	8,0	7,8±0,2	7,7	12,5	8,0
Чадо × Мелянопус 10-02	8,0	8,4±0,2	8,5	10,0	16,0
Саратовская золотистая × Neodur	8,0	8,6±0,3	11,6	10,0	20,0
міжвидові популяції					
Лінія 06-15 × Neodur	10,0	11,4±0,2	7,0	20,0	16,0
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	6,5	7,4±0,3	10,3	13,7	20,0
Лінія 14-23 × Харківська 27	8,0	7,0±0,1	6,4	12,5	4,0
Рання 93 × Харківська 27	9,0	9,9±0,3	8,5	12,2	16,0
Струна миронівська × Ізольда	9,0	9,7±0,2	5,2	11,1	8,0
Струна миронівська × Чадо	9,0	9,5±0,4	14,9	11,1	8,0
Елегія миронівська × Жізель	11,0	8,8±0,5	17,6	9,0	4,0
Лінія 08-17 × Саратовская золотистая	12,0	12,3±0,3	8,1	8,3	8,0
Лінія 04-13 × Ammar 9	13,0	11,3±0,4	12,2	7,7	4,0

Частоту позитивної трансгресії за довжиною колоса від 4,0 % до 20,0 % виявили у дев'яти (75,0 %) міжвидових гібридів. Найбільший ступінь позитивної трансгресії було відмічено в комбінаціях Лінія 06–15 × Neodur (20,0 %), Харківська 27 × Ювіляр Миронівський (13,7 %).

За кількістю колосків у колосі позитивну трансгресію виявили у 11 (78,6 %) внутрішньовидових популяцій F₂, 9 із яких представлені у (табл. 6.10).

Таблиця 6.10

Ступінь і частота трансгресії за кількістю колосків у колосі у внутрішньовидових і міжвидових популяціях F₂

Комбінація схрещування	Max ♀♂	X±Sx	V, %	Tс, %	Tч, %
внутрішньовидові популяції					
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	15,0	15,9±0,8	12,3	20,0	16,0
Харківська 27 × Neodur	16,0	17,1±0,4	7,6	18,8	16,0
Ізольда × Леукурум 99-6	17,0	16,5±0,7	13,8	13,5	8,0
Мелянопус 10-02 × Славута	18,0	18,6±0,6	10,2	11,1	16,0
Спадщина × Лінія 10-01	19,0	19,0±0,5	8,2	10,5	16,0
Леукурум 06-07 × Харківська 29	20,0	18,4±0,6	10,3	10,0	8,0
Лінія 10-04 × Ammar 9	17,0	16,4±0,5	9,0	5,8	12,0
Леукурум 05-20 × Славута	18,0	16,9±0,6	12,4	5,5	12,0
Чадо × Мелянопус 10-02	20,0	19,8±0,4	6,8	5,0	16,0
міжвидові популяції					
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	15,0	16,6±0,4	7,0	16,7	12,0
Рання 93 × Харківська 27	19,0	17,8±0,7	12,3	10,5	12,0
Лінія 06-15 × Neodur	19,0	17,7±0,6	10,1	10,5	12,0
Елегія миронівська / Жізель	19,0	16,7±0,8	14,2	10,5	8,0
Лінія 04-13 × Ammar 9	17,0	15,9±0,4	8,2	5,9	12,0
Лінія 10-02 × Лінія 11-20	17,0	16,4±0,4	7,7	5,9	8,0
Лінія 08-17 × Саратовская золотистая	19,0	18,2±0,3	6,3	5,3	12,0
Струна миронівська × Чадо	20,0	17,5±0,6	10,2	5,0	8,0

Доволі високий ступінь позитивної трансгресії за кількістю зерен у колосі спостерігали у більшості комбінацій внутрішньовидових і міжвидових схрещувань (табл. 6.11). Серед них Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая, Харківська 27 × Леукурум 99–6 та інші.

Найбільший ступінь позитивної трансгресії було відмічено у міжвидових комбінаціях Харківська 27 × Ювіляр Миронівський (13,5 %), Лінія 04–13 × Ammar 9 (7,8 %), Лінія 06–15 × Neodur (5,8 %).

Таблиця 6.11

Ступінь і частота трансгресії за кількістю зерен у колосі у внутрішньовидових і міжвидових популяціях F₂

Комбінація схрещування	Max ♀♂	X±Sx	V, %	Tс, %	Tч, %
внутрішньовидові популяції					
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	38,0	41,5±2,2	15,4	17,7	12,0
Харківська 27 × Леукурум 99-6	45,0	40,0±2,7	21,4	17,0	12,0
Спадщина × Лінія 10-01	55,0	50,1±2,6	16,8	16,4	12,0
Харківська 27 × Neodur	51,0	49,3±2,3	15,2	13,6	12,0
Чадо × Мелянопус 10-02	58,0	47,4±2,7	18,3	8,6	8,0
Саратовская золотистая × Neodur	57,0	49,2±2,7	17,9	5,2	8,0
Лінія 10-04 × Ammar 9	47,0	38,7±2,7	22,5	4,2	8,0
Леукурум 06-07 × Харківська 29	58,0	48,9±2,1	13,4	3,4	8,0
Ізольда × Леукурум 99-6	46,0	38,6±1,6	13,2	2,2	8,0
міжвидові популяції					
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	51,0	52,6±2,2	13,1	13,5	24,0
Лінія 04-13 × Ammar 9	51,0	40,5±2,7	21,1	7,8	8,0
Лінія 06-15 × Neodur	52,0	42,6±3,0	22,5	5,8	4,0
Лінія 08-17 × Саратовская золотистая	64,0	57,8±1,5	8,5	3,1	12,0
Струна миронівська × Чадо	40,0	25,5±3,3	41,1	2,5	4,0
Струна миронівська × Ізольда	45,0	39,6±1,5	11,9	2,2	8,0
Рання 93 × Харківська 27	50,0	35,1±2,6	24,2	2,0	4,0
Лінія 10-02 × Лінія 11-20	52,0	44,8±2,4	17,5	1,9	8,0

Позитивні трансгресії за масою зерна з колоса було виявлено у 13 (92,8 %) внутрішньовидових гібридних популяціях та у семи (58,3 %) міжвидових комбінаціях схрещування (табл. 6.12).

Таблиця 6.12

**Ступінь і частота трансгресії за масою зерна з колоса у
внутрішньовидових і міжвидових популяціях F₂**

Комбінація схрещування	Max ♀♂	X±Sx	V, %	Tс, %	Tч, %
внутрішньовидові популяції					
Мелянопус 10-02 × Славута	2,4	2,5±0,1	16,0	17,3	12,0
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	2,2	2,3±0,1	9,4	16,4	16,0
Харківська 27 × Леукурум 99-6	2,2	1,9±0,2	33,3	16,4	12,0
Лінія 10-04 × Ammar 9	2,8	2,1±0,2	28,6	7,1	8,0
Леукурум 05-20 × Славута	3,0	2,5±0,1	16,0	6,7	8,0
Леукурум 06-07 × Харківська 29	3,1	2,8±0,1	14,3	6,5	8,0
Спадщина × Лінія 10-01	3,5	2,8±0,2	17,8	5,7	8,0
Харківська 27 × Neodur	2,5	2,6±0,1	11,5	4,0	12,0
Харківська 37×Лінія 10-01	2,7	2,1±0,2	26,1	3,7	8,0
міжвидові популяції					
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	2,5	2,7±0,2	17,0	13,7	12,0
Лінія 06-15 × Neodur	2,2	1,8±0,1	17,6	9,0	8,0
Лінія 08-17 × Саратовская золотистая	3,5	3,1±0,1	12,9	8,6	12,0
Лінія 10-02 × Лінія 11-20	2,8	2,4±0,1	16,7	7,1	8,0
Рання 93 × Харківська 27	2,8	1,7±0,2	34,1	7,1	4,0
Лінія 04-13 × Ammar 9	2,8	2,4±0,1	16,7	3,6	8,0
Лінія 07-16 × Леукурум 99-6	2,9	1,9±0,3	44,3	3,4	8,0

Таким чином, у F₂ було виділено гібридні популяції, які слугували вихідним матеріалом для добору трансгресивних форм у більш пізніх поколіннях.

6.4. Успадкування елементів продуктивності

При створенні вихідного матеріалу для селекції самозапильних культур генетична складова ознак, які визначають продуктивність та стійкість рослин до вилягання, має найважливіше значення [233].

Аналізували коефіцієнти успадкованості елементів продуктивності колоса у внутрішньовидових (табл. 6.13) і міжвидових (табл. 6.14) гібридних комбінаціях F_2 .

Таблиця 6.13

Коефіцієнти успадкованості елементів продуктивності у внутрішньовидових популяціях F_2

Комбінація схрещування	Довжина колоса	Кількість колосків у колосі	Кількість зерен у колосі	Маса зерна з колоса
Саратовская золотистая × Neodur	0,46/0,51	0,53/0,38	0,51/0,55	0,77/0,81
Харківська 27 × Леукурум 99-06	0,28/0,37	0,66/0,71	0,48/0,45	0,66/0,74
Ізольда × Леукурум 99-06	0,58/0,64	0,73/0,68	0,37/0,41	0,57/0,61
Мелянопус 10-02 × Славута	0,48/0,51	0,68/0,57	0,41/0,38	0,61/0,58
Леукурум 06-07 × Саратовская золотистая	0,17/0,28	0,77/0,84	0,22/0,38	0,41/0,48
Чадо × Мелянопус 10-02	0,51/0,47	0,47/0,48	0,42/0,35	0,57/0,47
Спадщина × Лінія 10-01	0,47/0,41	0,48/0,44	0,48/0,35	0,51/0,47
Харківська 37 × Лінія 10-01	0,32/0,41	0,35/0,43	0,24/0,33	0,31/0,44
Харківська 27 × Neodur	0,76/0,58	0,19/0,24	0,40/0,44	0,60/0,41
Леукурум 05-20 × Славута	0,47/0,37	0,51/0,47	0,47/0,33	0,47/0,38
Леукурум 06-07 × Харківська 29	0,54/0,47	0,61/0,37	0,45/0,37	0,35/0,37
Лінія 10-04 × Ammar 9	0,49/0,54	0,54/0,37	0,31/0,24	0,47/0,35
Мелянопус 10-02 × Леукурум 99-06	0,61/0,58	0,21/0,31	0,47/0,36	0,48/0,25
Лінія 10-03 × Ammar 9	0,30/0,43	0,13/0,24	0,24/0,37	0,17/0,23

Примітка: у чисельнику – коефіцієнт успадкованості (H^2) у широкому розумінні; у знаменнику – коефіцієнт успадкованості у вузькому розумінні (h^2)

Коефіцієнти успадкованості елементів продуктивності колоса у широкому розумінні (H^2) та вузькому розумінні (h^2) у внутрішньовидових гібридних комбінаціях F_2 були достатньо високими, що вказує на можливість

добору генотипів з високою адитивною складовою в успадкуванні ознаки. Вищі показники коефіцієнта успадкованості виявлено за ознаками „довжина колоса”, „кількість колосків у колосі”, „маса зерна з колоса”, зокрема у комбінаціях Саратовская золотистая × Neodur, Харківська 27 × Леукурум 99–06, Ізольда × Леукурум 99–06, Мелянопус 10–02 × Славута, Леукурум 06–07 × Саратовская золотистая, Чадо × Мелянопус 10–02, що свідчить про ефективність добору за цими показниками.

У міжвидових комбінаціях коефіцієнт успадкованості за кількістю колосків у колосі був у межах від 0,34 до 0,57, зерен у колосі – від 0,34 до 0,54. Показник успадкованості за масою зерна з колоса варіював від 0,18 до 0,51 залежно від комбінації схрещування.

Таблиця 6.14

Коефіцієнти успадкованості елементів продуктивності у міжвидових популяціях F₂

Комбінація схрещування	Довжина колоса	Кількість колосків у колосі	Кількість зерен у колосі	Маса зерна з колоса
Лінія 07-16 × Леукурум 99-06	0,77/0,47	0,37/0,34	0,45/0,54	0,47/0,51
Лінія 14-23 × Харківська 27	0,54/0,55	0,38/0,43	0,41/0,38	0,44/0,49
Харківська 27 × Ювіляр Миронівський	0,68/0,54	0,48/0,43	0,51/0,37	0,41/0,47
Рання 93 × Харківська 27	0,43/0,54	0,35/0,37	0,47/0,45	0,35/0,44
Лінія 08-17 × Саратовская золотистая	0,18/0,23	0,47/0,44	0,37/0,35	0,38/0,44
Лінія 04-13 × Ammar 9	0,47/0,35	0,61/0,55	0,47/0,45	0,51/0,43
Кучумівка × Миронівська золотOVERХА	0,44/0,41	0,64/0,57	0,41/0,44	0,49/0,41
Лінія 10-02 × Лінія 11-20	0,38/0,39	0,54/0,51	0,46/0,45	0,44/0,37
Струна миронівська × Чадо	0,79/0,44	0,54/0,43	0,51/0,38	0,18/0,37
Елегія миронівська × Жізель	0,47/0,37	0,47/0,44	0,44/0,45	0,37/0,35
Лінія 06-15 × Neodur	0,64/0,54	0,54/0,48	0,47/0,43	0,28/0,34
Струна миронівська × Ізольда	0,71/0,64	0,51/0,48	0,27/0,34	0,29/0,18

6.5. Кореляції висоти рослин з елементами продуктивності колоса у внутрішньовидових і міжвидових популяціях F₂

Аналіз кореляцій між висотою рослин та елементами продуктивності у гібридів від внутрішньовидових і міжвидових схрещувань свідчить про наявність позитивних зв'язків між ними (табл. 6.15).

Таблиця 6.15.

Коефіцієнти кореляції висоти рослин з елементами продуктивності колоса у внутрішньовидових і міжвидових популяціях F₂

№ ознаки	Ознака	Ознака				
		2	3	4	5	6
внутрішньовидові популяції						
1	Висота рослин	0,83	0,80	0,40	0,56	0,71
2	Довжина колоса	x	0,93	0,77	0,77	0,54
3	Кількість колосків у колосі		x	0,71	0,80	0,68
4	Кількість зерен у колосі			x	0,91	0,42
5	Маса зерна з колоса				x	0,73
6	Маса 1000 зерен					x
міжвидові популяції						
1	Висота рослин	0,35	0,39	0,11	0,17	0,16
2	Довжина колоса	x	0,30	0,50	0,39	0,51
3	Кількість колосків у колосі		x	0,54	0,38	0,21
4	Кількість зерен у колосі			x	0,94	0,75
5	Маса зерна з колоса				x	0,81
6	Маса 1000 зерен					x

У внутрішньовидових популяціях F₂ встановлено сильний позитивний зв'язок висоти рослин з довжиною колоса ($r = 0,83$), кількістю колосків у колосі ($r = 0,80$), масою 1000 зерен ($r = 0,71$). У міжвидових популяціях встановлено функціональний зв'язок між кількістю зерен та масою зерна з колоса ($r = 0,94$), сильний позитивний зв'язок між масою 1000 зерен і кількістю зерен у колосі ($r = 0,75$), між масою зерна з колоса та масою 1000

зерен ($r = 0,81$). Зв'язок середньої сили прослідковували між довжиною колоса та кількістю зерен у колосі ($r = 0,50$) і масою 1000 зерен ($r = 0,51$), між кількістю колосків та кількістю зерен у колосі ($r = 0,54$), що свідчить про ефективність добору за цими показниками на ранніх етапах селекції.

Отже, за результатами досліджень найбільш цінними для селекції пшениці твердої ярої виявились гібридні комбінації, в яких спостерігали позитивні трансгресії за міцністю соломини на злам, елементами структури врожаю та негативні – за довжиною другого міжвузля і висотою рослин. Отримано низькорослі форми з високою продуктивністю серед гібридних комбінацій Харківська 27 × Neodur, Ізольда × Леукурум 99–6, Мелянопус 10–02 × Славута, Леукурум 06–07 × Харківська 29, Лінія 14–23 × Харківська 27, Струна миронівська × Чадо, Чадо × Мелянопус 10–02, Лінія 07–16 × Леукурум 99–6, Харківська 27 × Ювіляр Миронівський, Лінія 06–15 × Neodur.

Створений новий селекційний матеріал проходить подальше випробування у селекційних розсадниках лабораторії селекції ярої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Серед досліджуваних батьківських компонентів схрещування відзначено лінію Мелянопус 10–02, яку було передано на державну експертизу як новий сорт пшениці твердої ярої МП Райдужна (табл. 6.16).

Таблиця 6.16

**Характеристика лінії пшениці твердої ярої Мелянопус 10-02
(сорт МП Райдужна)**

Сорт	Урожайність, т/га	Висота рослин, см	Стійкість до вилягання, бал	Маса 1000 зерен, г	Період сходи – колосіння, діб	Ураження хворобами, %				
						борошнистою росю	бурою іржею	септоріозом листя	кореневими гнилями	твердою сажкою
Харківська 27 (стандарт)	3,1	86	6	44,4	44	15	15	30	10	25
Мелянопус 10-02 (МП Райдужна)	4,3	73	9	49,2	49	5	3	15	10	2

У 2017 р. сорт МПП Райдужна був внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, для зон Лісостепу та Степу. Сорт характеризується високою стійкістю проти хвороб, високими показниками якості зерна та масою 1000 зерен, середньостиглістю. Також сорт вирізнявся високою посухостійкістю. Від сортів пшениці твердої ярої, які занесено до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, сорт МПП Райдужна відрізняється низькорослістю та високою стійкістю до вилягання.

У висновку Інституту експертизи сортів рослин Національної академії аграрних наук вказано, що сорт МПП Райдужна перевищує усереднену врожайність сортів, які пройшли державну реєстрацію за п'ять попередніх років у зонах Лісостеп і Степ, має високу стійкість проти хвороб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Голик В. С., Голик О. В. Селекція *Triticum durum* Desf. Харків : Магда ЛТД, 2008. 519 с.
2. Андрійченко Л. В., Музафаров І. М. Шляхи реалізації продуктивного потенціалу сортів ярої пшениці. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2007. Вип. 4 (43). С. 216–221.
3. Державна служба статистики України. Сільське господарство України. Статистичний збірник. Київ, 2007–2017 рр. URL: www.ukrstat.gov.ua
4. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Управління продуктивністю посівів пшениці твердої ярої в Лівобережному та Північному Лісостепу України. Харків : Майдан, 2015. 354 с.
5. Каленська С. М., Дмитришак М. Я., Демидась Г. І. та ін. Рослинництво з основами кормовиробництва. Вінниця : Нілан, 2014. 649 с.
6. Шелепов В. В., Гаврилюк М. М., Чебаков М. П. та ін. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці. Миронівка, 2007. 405 с.
7. Голик В. С. Здобутки у селекції пшениці ярої. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С. 20–21.
8. Роїк М. В. Значення генетичних ресурсів для сільського господарства України. *Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання* : Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. (Оброшино, 29 червня – 1 липня 2005 р.). Оброшино, 2005. С. 2–5.
9. Демидов О., Хоменко С., Федоренко І., Федоренко М. Перспективні сорти пшениці твердої ярої миронівської селекції. *Аграрний тиждень. Україна*. 2016. № 4 (307). С. 38–39.
10. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Київ, 2021. С. 43.
11. Власенко М. Ю., Вельямінова-Зернова Л. Д., Мацкевич В. В. Фізіологія рослин з основами біотехнології. Біла Церква, 2006. С. 390–394.
12. Кириченко Ф. Г., Паламарчук А. И. Связь первичной корневой системы с высотой растений и устойчивость к полеганию у озимой мягкой пшеницы. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1980. № 9. С. 3–5.

13. Панченко Т. В. Особливості формування міжсорткових агробіоценозів озимої пшениці та вплив їх на врожайність та якість зерна в Лісостепу України : дис.... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Біла Церква, 2003. 149 с.
14. Пыльнев В. М., Бездетная Л. Г., Зорунько В. И. Взаимосвязь между высотой стебля и продуктивностью колоса озимой твердой пшеницы. *Материалы науч. генет. конф., посв. 100-летию со дня рождения А. Р. Жебрака и 70-летию образования кафедры генетики в Московской СХА им. К. А. Тимирязева*. Москва, 2002. С. 276–277.
15. Пруцков Ф. М. Озимая пшеница. Москва : Колос, 1970. 344 с.
16. Ильинская-Центилович М. А., Тетерятченко К. Г. Внутрисортковой отбор по вторичным узловым корням. *Селекция и семеноводство*. 1961. № 3. С. 32–36.
17. Di Fonzo N., Kaan F., Nachit M. (eds.) Durum wheat quality in the Mediterranean region. Zaragoza : CIHEAM, 1995. 284 p.
18. Дорофеев В. Ф., Якубцинер М. М., Руденко М. И. и др. Пшеницы мира: видовой состав, достижения селекции, современные проблемы и исходный материал. Ленинград : Агропромиздат, 1987. 559 с.
19. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І. Селекція та насінництво польових культур. Біла Церква, 2008. 192 с.
20. Животков Л. А., Бирюков С. В., Степаненко А. Я. и др. Пшеница / под ред. Л. А. Животкова; сост. А. К. Медведовский. Киев : Урожай, 1989. 320 с.
21. Литвиненко М. А., Гончарук Н. О. Селекція сортів озимої м'якої пшениці інтенсивного типу на витривалість до вилягання в умовах півдня України. *Наук.-техн. бюл. СГІ*. 1993. № 1 (83). С. 8–13.
22. Губернатор В. В. Способ отбора озимой пшеницы на устойчивость к полеганию. *Увеличение производства зерна – важнейшая задача аграрной науки* : сб науч. трудов МИП им. В. Н. Ремесло. Мироновка, 1992. Ч. 2. С. 3–6.
23. Власенко В. А. Показники стабільності сортів пшениці твердої ярої в умовах центрального Лісостепу України. *Зб. наук. праць СГІ – НЦНІС*. 2004. Вип. 5 (45), Ч. 1. С. 175–183.

24. Орлюк А. П., Писаренко З. В. Изменчивость длины стебля и зимостойкости у короткостебельных гибридов озимой пшеницы. *Цитология и генетика*. 1996. Т. 30, № 3. С. 15–21.
25. Прилюк Л. В. Генетический анализ короткостебельности у пшеницы. Сообщение 1. Наследование короткостебельности в первом и втором поколениях от скрещивания мексиканских и отечественных пшениц. *Генетика*. 1978. Т. 14, № 5. С. 757–762.
26. Гилл К. С. Карликовые пшеницы. Москва : Колос, 1984. 183 с.
27. Прилюк Л. В. Короткостебельность у пшеницы. *Сельскохозяйственная биология*. 1977. Т. 12, № 4. С. 493–500.
28. Лыфенко С. Ф. Полукарликовые сорта озимой пшеницы. Киев : Урожай, 1987. 192 с.
29. Уліч Л. І., Уліч О. Л. Вплив висоти рослин сортів пшениці озимої на стійкість до вилягання і продуктивність посівів. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 4. С. 55–64.
30. Кобылянский В. Д. Рожь. Генетические основы селекции. Москва : Колос, 1982. С. 221.
31. Мережко А. Ф. Проблема доноров в селекции растений. СПб : ВИР, 1994. С. 128.
32. Зуев Е. В., Косов В. Ю., Сербин А. А. и др. Каталог мировой селекции ВИР: Сорта и линии пшеницы – носители идентифицированных генов, контролируемых биологические и хозяйственно-ценные признаки / под ред. А. Ф. Мережко. СПб : ВИР, 1994. 241 с.
33. Голик В. С. Селекция *Triticum durum* Desf. Харьков, 1996. 388 с.
34. Федоренко Н. А., Волошина Л. И. Изучение изменчивости и наследования короткостебельности озимой пшеницы в топкроссных скрещиваниях. 4-й съезд генетиков и селекционеров Украины. Одесса, 1981. Ч. 3. С. 60–61.
35. Gill K. S. Research on Dwarf Wheats. New Delhi : ICAR, 1979. 184 p.
36. Briggle L. W. Heterosis in wheat. A review. *Crop Sci*. 1963. Vol 3, No. 5. P. 407–412.

37. Рябчун В. К. Норман Ернест Борлауг – агроном, лауреат Нобелівської премії миру. *Генетичні ресурси рослин*, 2014. № 14. С. 115–118.
38. Пономарев В. И. К вопросу о короткостебельности пшеницы. *Сельское хозяйство за рубежом*. 1977. № 10. С. 20–23.
39. Allan R. E., Vogel O. A., Peterson C. I. Inheritance and differentiation of semidwarf culm length of wheat. *Crop Sci.* 1968. Vol. 8, No. 6. P. 701–704.
40. Чекалін М. М., Тищенко В. М., Баташова М. Є. Селекція і генетика окремих культур. Полтава, 2008. 368 с.
41. Konzak C. F., Sadam M., Donaldson E. Inheritance and linkage in Durum wheat of semi-dwarfing genes low response to gibberellin A3. *Genetics and Breeding of Durum wheat: proc. Symp. EUCARPIA Section Cereals, University of Bari, Plant Breeding Institute. Bari, Italy, 14–18 May 1973.* P. 29–40.
42. Lebsack K. L. Transfer of Norin 10 genes for dwarfness to durum wheat. *Crop Sci.* 1963. Vol. 3, Iss. 5. P. 450–451.
43. Альдеров А. А. Генетические основы низкорослости тетраплоидных пшениц и стратегия создания нового исходного материала для селекции : автореф. дис.... д-ра биол. наук : спец. 03.00.15 «Генетика». Санкт-Петербург, 1991. 42 с.
44. Челак В. П., Чеботарь А. А. Цитогенетика *Triticum sinskajae* Filat. et Kurk. и ее межвидовых гибридов. *Цитология и генетика*. 1983. Т. 17, № 1. С. 21–26.
45. Gale M. D., Law C. N., Chojecki A. J., Kempton R. A. Genetic control of α -amylase production in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 1983. Vol. 64, No. 4. P. 309–316.
46. McIntosh R. A., Yamasaki Y., Devos K. M. Catalogue of gene symbols of wheat. 2008. [http:// www.grs.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes](http://www.grs.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes)
47. Калиненко И. Г. Селекция озимой пшеницы: результаты, перспективы, проблемы, поиск. *Селекция и семеноводство*. 1986. № 6. С. 2–7.
48. Дорофеев В. Ф., Пономарев В. И. Проблема полегающие пшеницы и пути ее решения. Обзорная информация ВНИИТЭИСХ. Москва : Колос, 1970. 124 с.

49. Swaminathan M. S. Mutational analysis of the hexaploid *Triticum* complex. Proc. 2nd Int. Wheat symp. Lund, Sweden. (J.M. Mac Key ed.). *Hereditas*. 1966. Suppl. 2. P. 418–437.
50. Чеботарь С. В., Пилипенко М. В., Сиволап Ю. М. Микросателлитный анализ сортов мягкой пшеницы Мироновского института пшеницы им. В. Н. Ремесло. *Геном растений: тез. докл. IV Междунар. конф.* Одесса, 2003. С. 41.
51. Чеботарь С. В., Бернер А., Сиволап Ю. М. Анализ генов короткостебловости в генотипах сортов мягкой пшеницы Украины. *Цитология и генетика*. 2006. Т. 40, № 4. С. 12–23.
52. Borojevic S. Breeding crop cultivars for next century. *Selekcija i Semearstvo – Plant Breeding and Seed Production*. 1999. Vol. VI, No. 1–2. P. 19–24.
53. Денчич С. Исследования в области селекции пшеницы. *Selekcija i Semearstvo – Plant Breeding and Seed Production*. 2006. Vol. XII, No. 1–2. P. 101–113.
54. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Devos K. M., Dubcovsky J., Rogers W. J., Appels R. Catalogue of gene symbols for wheat. *Proc. 10th Intern. Wheat Genet. Symp.* Paestum, Italy, 2003 (CDVersion, Macgene 2003).
55. Зыкин В. А. Сортосые ресурсы яровой пшеницы Западной Сибири и вклад селекционных учреждений в их формирование накануне XXI века. *Селекция ярой пшеницы для засушливых районов России и Казахстана* : мат. Междунар. конф. (Барнаул, 20–21 июля 2000 г.). Барнаул : Алтайский НИИЗиС, 2001. С. 7–12.
56. Моргунов А. И. Региональная программа СИММИТ по Центральной Азии и Закавказью. *Селекция яровой пшеницы для засушливых районов России и Казахстана* : мат. Междунар. конф. (Барнаул, 20–21 июля 2000 г.). Барнаул : Алтайский НИИЗиС, 2001. С. 106–109.
57. Li Xing Pu, Pang Chun Ming, Jiang Chun Zhi. Effect of different dwarfing genes on development of spring wheat plant and their indirect effect on grain yield. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*. 1998. Vol. 13, No. 4. P. 1–7.
58. Allan R. E. Agronomic comparisons among wheat lines nearly isogenic for three reduced-height genes. *Crop Sci*. 1986. Vol. 26, Iss. 4. P. 707–710.

59. Vilmorin P. On the appearance of dwarfish plants in certain varieties and their peculiar mode of inheritance. *J. Genet.* 1913. No. 3. P. 67–76.
60. Удачин Р. А. О поведении первого гибридного поколения при межвидовых и внутривидовых скрещиваниях пшеницы. *Сб. тр. аспирантов и молодых науч. сотр.* Ленинград : ВИР, 1958. Вып. 1. С. 25–32.
61. Звейнек И. А. Изучение взаимодействия генов гибридной карликовости и короткостебельности у мягкой яровой пшеницы. *Науч.-техн. бюл. ВИР.* 1988. Вып. 174. С. 35–39.
62. Konzak C. F. Mutations and mutation breeding. In *Wheat and Wheat Improvement.* Wisconsin, 1987. P. 428–443.
63. Крупнов В. А., Лобачев Ю. В. Гены низкорослости и их проявление у пшеницы. *Сельскохозяйственная биология.* 1988. № 2. С. 118–124.
64. Уоринг Ф., Филлипс И. Рост растений и дифференцировка / пер. с англ. Н. Л. Клячко, И. А. Смирнова / под. ред. В. И. Кефели. Москва : Мир, 1984. 512 с.
65. Кулаева О. Н. Как регулируется жизнь растений. *Соросовский Образовательный Журнал.* 1995. № 1. С. 29–27.
66. Кулаева О. Н. Карликовые мутанты и их роль в „зеленой революции”. *Соросовский Образовательный Журнал.* 2000. Т. 6, № 8. С. 18–23.
67. Лелли Я. Селекция пшеницы: теория и практика. Москва : Колос, 1980. 383 с.
68. Созинов А. А., Орлюк А. П., Корчинский А. А. Генетическое улучшение пшеницы. Киев : УкрИНТЭИ, 1993. 132 с.
69. Allan R. E., Vogel O. A., Craddock G. C. Comparative response gibberellic acid of dwarf, semi-dwarf and tall winter wheat varieties. *Agron. J.* 1959. Vol. 51. P. 737–740.
70. Radley M. The distribution of substances similar to gibberellic acid in higher plants. *Ann. Bot.* 1958. Vol. 22. P. 297–307.
71. Pinthus M. J., Levy A. A. The relationship between the *Rht1* and *Rht2* dwarfing genes and grain weight in *Triticum aestivum* L. spring wheat. *Theor. Appl. Genet.* 1983. Vol. 66, No. 2. P. 153–157.

72. Rebetzke G. J., Richards R. A., Fischer V. M., Mickelson B. J. Breeding long coleoptile, reduced height wheats. *Euphytica*. 1999. Vol. 106, Iss. 2. P. 159–168.

73. Сабадин Н. А. Характер формирования стеблестоя и озерненности колоса в онтогенезе и их влияние на продуктивность сортов озимой пшеницы в условиях Лесостепи Украины. *Биологические основы повышения продуктивности зерновых культур*. Мироновка, 1985. С. 76–80.

74. Корчинский А. А., Литун П. П. Генетическое обоснование системной организации продуктивности растений. *Вісник аграрної науки*. 1981. № 9. С. 27–40.

75. Хотылева Л. В., Шевелуха Т. Д., Деева В. П., Ермишин А. П. Генетический контроль морфофизиологических и физиолого-биохимических процессов у яровой пшеницы. Минск : Наука и техника, 1984. 78 с.

76. Стельмакова Р. Н. Морфогенетические закономерности роста, развития и продуктивности пшеницы. *Теоретические основы селекции зерновых культур на продуктивность*. Минск : Наука и техника, 1987. С. 179–197.

77. Воробьев В. Ф. О связи урожайности с элементами структуры урожая. *Селекция и семеноводство*. 1972. № 5. С. 25–27.

78. Савицкая В. А. Корреляция между продуктивностью и важнейшими количественными признаками яровой твердой пшеницы. *Сб. науч. тр. ВАСХНИЛ – СибНИИСХ*. 1971. № 1 (16). С. 31–36.

79. Дорофеев В. Ф., Якубцинер М. М., Руденко М. И. и др. Пшеницы мира / под ред. Д. Д. Брежнева. Ленинград : Колос. Ленингр. отд-ние, 1976. 487 с.

80. Аладьин, В. С. Изучение наследственных хозяйственно ценных признаков у гибридов яровой пшеницы: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / В. С. Аладьин. – Харьков, 1975. – 20 с.

81. Bagnara D. A. Diallel analysis of quantitative characters in varieties and radioinduced mutant of *Triticum durum*. *Genetic Agrar*. 1967. Vol. 21. P. 313–337.

82. Вавилов Н. И. Научные основы селекции. Москва ; Ленинград, 1935. 246 с.

83. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (Теория и практика). Москва : Агрорус, 2004. 1109 с.
84. Ремесло В. Н., Куперман Ф. М., Животков Л. А. и др. Селекция и сортовая агротехника пшеницы интенсивного типа / под ред. В. Н. Ремесло. Москва : Колос, 1982. 303 с.
85. Шевелуха В. С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования. 2-е изд., доп. Москва : Колос, 1980. 455 с.
86. Драгавцев В. А. Эколого-генетический скрининг генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству. СПб : ВИР, 1998. 51 с.
87. Литун П. П., Коломацкая В. П., Белкин А. А. Генетические анализы в селекции растений. Харьков, 2004. С. 36–37.
88. Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш. Взаимодействие генотип-среда и параметры экологической пластичности сортов. *Зерновые культуры*. 1999. № 1. С. 25–30.
89. Орлюк А. П., Гончарова К. В., Усик Л. О. Еколого-генетичні і морфологічні механізми формування продуктивності пшениці. *Фальцфейнівські читання: зб. наук. праць (у 2-х томах) за матер. IV міжнар. конф. (Херсон, 18–20 травня 2005 р.)*. Херсон : Терра, 2005. Т. 2. С. 63–68.
90. Грабовец А. И., Фоменко М. А. Принципы селекции озимой мягкой пшеницы на экологическую пластичность и продуктивность на современном этапе. *Наук.-техн. бюл. МПП ім. В. М. Ремесла*. Київ : Аграрна наука, 2007. Вип. 6–7. С. 67–88.
91. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений. Москва : Колос, 1984. 344 с.
92. Тищенко В. М. Еколого-генетичні аспекти селекції озимої пшениці в умовах Лісостепу України : автореф. дис.... на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук. Київ, 2006. 44 с. 06.01. 05 «селекція рослин
93. Шпак Д. В. Порівняльна ефективність методів добору в селекції озимої пшениці в умовах Півдня України : дис.... на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук. 06.01.05 «Селекція рослин». Херсон, 2004. 16 с. 267 с.

94. Власенко В. А., Солоня В. Й., Федченко Г. В. та ін. Селекція сортів ярої пшениці Елегія миронівська та Соната. *Наук.-техн. бюл. МПП ім. В. М. Ремесла*. 2002. С. 116–123.
95. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціал пшениці. Херсон : Айлант, 2002. 276 с.
96. Колючий В. Т., Власенко В. А., Борсук Г. Ю. та ін. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України. Київ : Аграрна наука, 2007. 800 с.
97. Гамзикова О., Гудинова Л. Некоторые показатели фотосинтеза сортов пшеницы, различающихся по продолжительности вегетационного периода. *Селекция и семеноводство зерновых культур в Сибири*. 1981. С. 54–59.
98. Володарский Н. И., Циунович О. Д. Морфологические особенности растений пшеницы в связи с разработкой моделей высокопродуктивного сорта. *Сельскохозяйственная биология*. 1978. Т. 13, № 3. С. 323–332.
99. Попов В. Ф. К постановке проблемы самозащиты растений. *Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье* : матер. XI междунар. симпоз. Симферополь : Таврия, 2002. С. 574–576.
100. Ремесло В. Н. Результаты, перспективы и пути ускорения селекции озимой пшеницы. *Селекция и сортовая агротехника озимой пшеницы*. Москва : Колос, 1979. С. 8–19.
101. Craven L. M., Carter P. R. Seed size shape and tillage system effect on corn growth and grain yield. *J. Product. Agr.* 1991. Vol. 3, No. 4. P. 445–452.
102. Ковтун В. И., Скрипка О. В. Урожайность и элементы ее структуры у сортообразцов озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области. *Эволюция научных технологий в растениеводстве* : сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко. Краснодар, 2004. Т. 1 : Пшеница. С. 104–109.
103. Чекалин Н. М., Беляева Е. Г. Изменчивость признаков в популяциях озимой пшеницы в зависимости от типа и направления отбора. *Селекция и семеноводство*. 1986. № 2. С. 5–15.
104. Шелепов В. В., Маласай В. М., Пензев А. Ф. и др. Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы. Мироновка, 2004. 524 с.

105. Турбин Н. В. Биология и сельское хозяйство (Генетико-физиологические основы селекции растений). Москва : Знание, 1978. 64 с.
106. Calderini D. F., Dreccer M. F., Slafer G. A. Genetic improvement in wheat yield and associated trait. A re-examination of previous results and the latest trends. *Plant Breed.* 1995. Vol. 14. P. 108–112.
107. Tyagi B. S., Jag S., Gyanendra S. Grain yield improvement through increased assimilates and efficient partitioning of photosynthesis in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *11th International Wheat Symposium* (24–29 August, 2008). P. 89–90.
108. Филиппченко Ю. А. Генетика мягких пшениц. Москва : Наука, 1979. 311 с.
109. Ремесло В. Н. Методы и результаты селекции зимостойких высокопродуктивных сортов озимой пшеницы. *Методы и приемы повышения зимостойкости озимых зерновых культур* : науч. тр. ВАСХНИЛ. Москва : Колос, 1975. С. 23–29.
110. Ремесло В. Н., Куперман Ф. М., Мурашев В. В. Использование метода морфофизиологического анализа потенциальной и реальной продуктивности пшениц для ранней оценки сортов в процессе селекции. *Сб. науч. тр. Мироновского НИИ селекции и семеноводства пшеницы.* 1979. Вып. 4. С. 21–24.
111. Царевский Ю. Д. Корреляция урожайности озимой пшеницы с другими признаками. *Селекция и семеноводство.* 1982. № 1. С. 10–11.
112. Коновалов Ю. Б., Пыльнев В. В., Пыльнев В. М., Нефедов А. В. Изменение продуктивности колоса у озимой пшеницы в результате селекции. *Известия ТСХА.* 1987. Вып. 4. С. 47–54.
113. Slafer G. A., Satorre E. H., Andradt F. H. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. In *Genetic Improvement of Field Crops.* New York : M. Dekker, 1994. P. 1–68.
114. Rebetzke G. J., Richards R. A. Gibberellic acid-sensitive dwarfing genes reduce plant height to increase kernel number and grain yield of wheat. *Austr. J. Agric. Res.* 2000. Vol. 51. No. 2. P. 235–245.
115. Бараев А. И., Бакаева Н. М., Веденеева М. Л. и др. Яровая пшеница / под общ. ред. А. И. Бараева. Москва : Колос, 1978. 429 с.

116. Лукьяненко П. П. Селекция низкостебельных сортов озимой пшеницы для условий орошения. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1973. № 1. С. 8–15.
117. Пьянов В. П. Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза яровой пшеницы в условиях южной Лесостепи Омской области. *Селекция и семеноводство зерновых культур*. 1983. С. 33–36.
118. Дамиш В. Исследование физиологических показателей у высокоурожайного сортотипа озимой пшеницы и предложения по использованию их в селекционном процессе. *Вопросы селекции и генетики зерновых культур*. 1983. С. 199–212.
119. Фадеева О. И., Колесников Ф. А., Чумаковский Н. Н., Коноваленко В. В. К вопросу о физиологических критериях продуктивности озимой мягкой пшеницы. *Селекция и генетика пшеницы*. 1982. С. 250–260.
120. Syme J. R. A high-yielding Mexican semi-dwarf wheat and the relations of yield to harvest index and other variety characteristics. *Austr. J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 1970. Vol. 10, No. 44. P. 350–355.
121. Гужов Ю. Л. Короткостебельные мексиканские сорта яровой пшеницы и их роль в увеличении производства зерна. *Изв. АН СССР, сер. биол.* 1973. № 6. С. 819–841.
122. Lupton F., Oliver R., Ruckenbauer P. An analysis of the factors determining yield in crosses between semidwarf and taller wheat varieties. *Agr. Sci.* 1974. Vol. 82, No. 3. P. 483–496.
123. Кумаков В. А. Коррелятивные отношения между органами растения в процессе формирования урожая. *Физиология растений*. 1980. Т. 27. С. 975–987.
124. Ковтун И. И. Методы и направления селекция озимой мягкой пшеницы на Юге России. *Селекция і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 8–23.
125. Ковтун В.И., Самофалова Н.Е. Селекция озимой пшеницы на юге России: монография. Ростов-на-Дону: Книга, 2006. 479 с.
126. Скрипка О. В. Селекция мягкой озимой пшеницы на продуктивность и качество зерна в условиях Ростовской области : автореф. дис.... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство». Рассвет, 2005. 23 с.

127. Абакуменко А. В. Коррелятивные связи элементов структуры урожая у низкорослых озимых пшениц. *Науч.-техн. бюлл. ВСГИ*. 1987. Вып. 1 (63). С. 6–9.
128. Хотылева Л. В., Каминская Л. Н., Бакиновская Э.О. Изучение количественных признаков перспективных яровых форм тритикале. *Успехи полиплоидии*. Киев : Наукова думка, 1977. С. 77–84.
129. Попов Г. И., Васько В. Т. Селекция и семеноводство озимой ржи. Ленинград : Колос, 1979. 224 с.
130. Sethi G. S., Sinch H. B. Interrelations hip of quantitative traits with grain yield in Triticale. *Indian J. Agric. Sci.* 1972. Vol.42, No. 4. P. 281–285.
131. Stazycki., Sowa W., Gasowski A. Zmienneose eech rodow Triticale. *Biul, Inst. hod. i aklim. rosl.* 1974. № 5–6. P. 9–12.
132. Тетерятченко К. Г., Гбордзи К. Сортовая специфичность адаптационных систем мягкой озимой и яровой пшеницы, определяющих устойчивость к полеганию, продуктивность и засухоустойчивость. *Селекция и урожай полевых культур* : труды Харьковского СХИ им. В. В. Докучаева. Харьков, 1984. Т. 310. С. 7–14.
133. Ремесло В. Н. Роль селекции в повышении эффективности и устойчивости земледелия. *Селекция и сортовая агротехника пшеицы интензивного типа*. Москва : Колос, 1982. С. 9–12.
134. Балджи Д. Г. Селекційна робота з польовими культурами на Кримській державній сільськогосподарській дослідній станції (до 75-річчя від дня її заснування). *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть* : У 4-х т. / голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 131–136.
135. Литвиненко М. А. За доброго господарювання пшениця в нас виросте не гірше, ніж у Канаді. *Зерно і хліб*. 2005. № 4. С. 39–41.
136. Жемела Г. П. Проблеми селекції озимої пшениці на якість зерна. *Наук. праці Полтавської держ. аграр. акад.* 2005. Т. 4 (23). С. 3–7.
137. Дубовий В. І., Чепур Г. Т., Кириленко В. В., Харченко М. В. Використання світового генофонду озимої та ярої пшениці. *Наук.-техн. бюлл. МПП ім. В. М. Ремесла*. 2007. Вип. 6–7. С. 154–163.

138. Матвієць В. Г., Мошенко М. М., Шудря П. П. Результати селекційної роботи з озимою пшеницею на Веселоподолянській дослідно-селекційній станції. *Зб. наук. праць ІЦБ УААН*. 2004. Вип. 7. С. 55–64.
139. Дубовий В. І., Коломієць Л. А. Особливості використання джерел стійкості до абіотичних чинників довкілля в селекції озимої пшениці в умовах Лісостепу України. *Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання* : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. (Оброшино. 29 червня – 1 липня 2005 р.). Оброшино, 2005. С. 102–103.
140. Рябчун В. К., Богуславський Р. Л., Кір'ян В. М. Використання генетичних ресурсів рослин для селекції сільськогосподарських культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С. 12–14.
141. Агрометеорологический бюллетень многолетних данных по Мироновскому району Киевской области. 1985. 215 с.
142. Пикуш Г. Р., Пыхтин Н. И. Как предупредить полегание хлебов. Киев : Урожай, 1988. 200 с.
143. Агротехника озимой пшеницы. Москва : Колос, 1967. 400 с.
144. Петр И. Погода и урожай / пер. с чешского и предисловие Благовещенской З. К. Москва : Агропромиздат, 1990. 332 с.
145. Примак І. Д., Лотоненко І. В., Манько Ю. П. Наукові основи землеробства / за ред. І. Д. Примака. Київ : КВІЦ, 2008. 192 с.
146. Педь Д. А. О показателе засухи и избыточного увлажнения. *Труды Гидрометцентра СССР*. 1975. Вып. 156. С. 19–38.
147. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т. та ін. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка, 2012. 330 с.
148. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата. *Мировой агроклиматический справочник*. Ленинград ; Москва, 1937. С. 5–29.
149. Hart R. H., Burton G. W. Effect of weather on forage yields of winter oats, rye and wheat. *Agron. J.* 1965. Vol. 51, No. 7. P. 35–47.
150. Hochman Z. Effect of water stress with phasic development on yield of wheat growth in a semi-arid environment. *Field Crops Res.* 1982. Vol. 5. P. 55–67.

151. Кумаков В., Федоров Н. От колошения до уборки. *Степные просторы*. 1974. № 19. С. 26–27.
152. Campbell C. A. Influence of soil moisture stress applied at various stages of growth on the yield components of Chinook wheat Canada. *J. Plant Sci.* 1968. Vol. 48. P. 313–320.
153. Романенко А. А., Беспалова Л. А., Кудряшов И. Н., Аблова И. Б. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы. Краснодар, 2005. 224 с.
154. Неттевич Э. Д. Проблема исходного материала на современном этапе селекции зерновых культур. *Вестник с.-х. науки*. 1982. № 6. С. 20–24.
155. Kirkham M. B. Water potential and turgor pressure as a selection basis for wind-growth winter wheat. *Agr. Water Manag.* 1978. Vol. 1, Iss. 4. P. 343–349.
156. Носатовский А. И. Пшеница. Биология. изд. второе, доп. Москва : Колос, 1965. 563 с.
157. Мережко А. Ф. Роль генетических ресурсов в современной селекции растений. *Генетические ресурсы культурных растений: Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших с.-х. культур для решения приоритетных задач селекции: тез. докл. международн. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 13–16 ноября 2002 г.)*. СПб. : ВИР, 2001. С. 353–355.
158. Мережко А.Ф., Ерохин А. И. Эффективный метод опыления зерновых культур: Методические указания. Ленинград, 1973. 11 с.
159. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) / за ред. В. В. Волкодава. К., 2001. Вип. 2. 65 с.
160. Бабаянц Л., Мештерхази А., Вехтер Ф. и др. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах – членах СЭВ. Прага, 1988. 322 с.
161. Кузнецова С. И. Исходный материал для селекции ржи на устойчивость к полеганию. *Науч.-техн. бюлл. ВНИИ растениеводства им. Вавилова*. 1968. С. 38–43.

162. Кобылянский В. Д., Кузнецова С. И. Исходный материал ржи для селекции на устойчивость к полеганию. *Селекция и семеноводство*. 1970. № 4. С. 16–19.
163. Мазильников Г. В., Голик Л. М., Хамула О. П. та ін. Методи визначення стійкості пшениці озимої до вилягання і його застосування в селекції. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2007. С. 5–15.
164. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
165. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. *Науч.-техн. бюлл. ВСГИ*. Одесса, 1981. Вып. 39. С. 8–14.
166. Гуляев Г. В., Гужов Ю. Л. Селекция и семеноводство полевых культур. Москва : Агропромиздат, 1987. 488 с.
167. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск : Вышэйш. шк., 1973. 320 с.
168. Griffing V. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol. 35. P. 303–321.
169. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State J. Sci.* 1965. Vol. 39, No. 3. P. 345–348.
170. Федин М. А., Силис Д. Я., Смиряев А. В. Статистические методы генетического анализа Москва : Колос, 1980. 207 с.
171. Mather K., Jinks L. Biometrical Genetics. London : Pergamon Press, 1971. 382 p.
172. Mahmud I., Kramer H. Segregation for yield, height and maturity following a soybean cross. *Agron. J.* 1951. Vol. 43, No. 12. P. 605–609.
173. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинев : Штиинца, 1980. 588 с.
174. Воскресенская Г. С., Шпота В. И. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica и методика количественного учета этого явления. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1967. № 7. С. 18–19.
175. Сандухадзе Б. И., Кочетытов Г. В., Бургова В. В. и др. Селекция озимой пшеницы в Нечерноземном центре России (направления и

методические решения). *Сб. науч. тр. в честь 90-летия со дня образования Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко*. Краснодар, 2004. Т. 1. С. 73–79.

176. Базалий В. В., Лукьяненко П. П., Базалий Г. Г. Характер проявления адаптивных признаков у различных по продуктивности форм озимой пшеницы. *Сб. науч. тр. в честь 90-летия со дня образования Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко*. Краснодар, 2004. Т. 1. С. 119–124.

177. Уразалиев Р. А., Моргунов А. И., Абстаттарова А. С., Кохлитова А. М. Наследование признаков продуктивности у суперпшеницы. *Биологические основы селекции и генофонда растений: междунар. науч. конф.* (г. Алушта, 3–4 ноября 2005). Алматы, 2005. С. 257–261.

178. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Главные направления селекции озимой пшеницы с повышенным адаптивным потенциалом в условиях Лесостепи и Полесья Украины. *Вісник Білоцерківського ДАУ*. Біла Церква, 2008. Вип. 52. С. 12–18.

179. Литвиненко М. А. Кореляція моделі сорту озимої м'якої пшениці універсального типу для умов півдня України в зв'язку зі змінами клімату. *Вісник Білоцерківського ДАУ*. Біла Церква, 2008. Вип. 52. С. 18–27.

180. Матвієць В. Г., Панченко І. А., Матвієць Н. М. Використання мутагенезу для створення вихідного матеріалу озимої пшениці в селекції на якість зерна. *Наук.-техн. бюл. МПП ім. В. М. Ремесла*. Київ, 2008. Вип. 8. С. 253–263.

181. Дзюбенко Н. И. Управление и использование адаптивного потенциала зерновых культур. *Наук.-техн. бюл. МПП ім. В. М. Ремесла*. Київ, 2008. Вип. 8. С. 59–74.

182. Мережко А. Ф. Принципы поиска, создания и использования доноров ценных признаков в селекции растений. *Идентификационный генофонд в селекции*. СПб. : ВИР, 2005. С. 189–205.

183. Орлюк А. П., Колеснікова Н. Д. Мінливість висоти рослин озимої пшениці у нащадків різноспрямованих доборів. *Современные проблемы генетики, биотехнологии и селекции растений*. Харьков, 2001. С. 231.

184. Волков В. А. Реакция сортов озимой пшеницы в условиях полива на нормы высева и удобрения. *Сб. трудов молодых ученых КНИИСХ*. 1974. Вып. 4. С. 91–96.
185. Разумовский А. Г. Морфологический метод определения устойчивости пшеницы к прикорневому полеганию. *Труды Краснодарского НИИ сельского хозяйства*. 1965. Т. 3. С. 117–122.
186. Нетіс І. Т. Озима пшениця в зоні Степу. Херсон : Айлант, 2004. 95 с.
187. Лихочвор В. В. Шляхи підвищення якості зерна озимої пшениці в умовах Лісостепу Західної України. *Вісник Львівського ДАУ*. 2001. № 5. С. 170–177.
188. Кадыров М. А., Гриб С. И., Батуро Ф. Н. Некоторые аспекты селекции сортов с широкой агроэкологической адаптацией. *Селекция и семеноводство*. 1984. № 7. С. 8–11.
189. Куперман Ф. М. Физиология развития, роста и органогенеза пшеницы. *Физиология сельскохозяйственных растений*. М., 1969. Т 4. С. 7–203.
190. Михеев Л. А. О корреляции массы зерна с колоса с элементами его структуры у гибридов пшеницы. *Селекция и семеноводство*. Москва, 1992. № 2–3. С. 17–21.
191. Пыльнев В. В., Нефедов А. В. Изменение урожайности и элементов структуры урожая озимой мягкой пшеницы в результате селекции. *Известия ТСХА*. 1987. Вып. 2. С. 50–57.
192. Біляєва І. М. Динаміка ураження сортів озимої пшениці бурою іржею і втрати урожайності від патогена за різної вологозабезпеченості рослин. *Зрошуване землеробство*. 2009. Вип. 51. С. 111–115.
193. Лісовий М. П. Стан та перспективи селекції щодо збудників основних хвороб рослин в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С. 70–72.
194. Савчук Е. И. Характер наследования устойчивости к бурой ржавчине гибридами озимой пшеницы. *Селекция и семеноводство*. Москва : Колос, 1989. № 5. С. 26–27.

195. Гурьев Б. П., Литун П. П., Бондаренко Г. В. Теория и технология адаптивности селекции у зерновых культур. *Селекция и семеноводство*. Киев, 1986. Вып. 60. С. 3–8.
196. Лесовой М. П., Парфенюк А. И. Современные тенденции развития иммуноселекции. *Итоги научно-исследовательской работы по селекции, семеноводству и интенсивным технологиям возделывания озимой пшеницы за 1986-1990 гг. и важнейшие задачи на ближайшую перспективу* : сб. научн. труд. МНИИССП. Мироновка, 1991. С. 79–87.
197. Кривченко В. И., Одинцова И. Г. Современные стратегии селекции растений на устойчивость к болезням. *Селекция и семеноводство*. Москва : Колос, 1990. № 1. С. 2–6.
198. Лесовой М. П., Кольнобрицкий Н. И., Суворова Г. С. Результаты селекции озимой пшеницы на групповую устойчивость к болезням. *Селекция и семеноводство*. Москва : Колос, 1993. № 1. С. 3–8.
199. Дударева Г. Ф. Кореневі гнилі озимої та ярої пшениці, шляхи зниження їх розвитку в Південному Степу: автореф. дис... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.11 «Фітопатологія». Київ, 2003. 19 с.
200. Новохатка В. Г. Вспышка церкоспореллеза на озимой пшенице в Лесостепи УССР и анализ причин, ее вызвавших. *Селекция, семеноводство и сортовая агротехника*. Мироновка, 1978. Вып. 2. С. 131–136.
201. Джумабаев П. Церкоспореллез хлебных злаков. *Защита растений*. 1963. № 9. С. 55–56.
202. Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла Національної академії аграрних наук України (1912–2012) / за ред. В. С. Кочмарського. Миронівка, 2012. 816 с.
203. Чулкина В. А., Торопова Е. Ю. Корневые гнили. *Защита и карантин растений*. 2004. № 2. С. 16–18.
204. Коршунова А. Ф., Чумакова А. Е., Щекочихина Р. И. Защита пшеницы от корневых гнилей. Ленинград : Колос, 1976. 184 с.
205. Крючкова Л. О., Дударева Г. Ф. Збудник звичайної кореневої гнилі. *Захист рослин*. 2000. № 11. С. 10–11.
206. Вусатий Р. О. Вірулентність *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) Deighton та розробка методів створення донорів стійкості озимої

пшениці до збудника очкової плямистості : автореф. дис..... канд. с.-г. наук : 06.01.11 «Фітопатологія». Харків, 2005. 19 с.

207. Білик М. О., Євтушенко М. Д., Марютін Ф. М. та ін. Захист злакових і бобових культур від шкідників, хвороб і бур'янів / за ред. В. К. Пантелєєва. Харків : Еспада, 2005. 672 с.

208. Головин П. Н., Арсеньєва М. В., Халеева З. Н., Шестипєрова З. И. Фитопатология / под ред. П. Н. Головина и М. В. Горленко. Ленинград : Колос, 1971. С. 179–183.

209. Хорсун І. А., Лаврова Г. Д., Січкарь В. І. Цілеспрямований добір батьківських пар для створення нового вихідного матеріалу сої. *Збірник наукових праць СГП – НЦНС*. Одеса, 2010. Вип. 15 (55). С. 39–51.

210. Бабич А. О., Іванюк С. В., Коханюк Н. В. Оцінка гібридів сої першого покоління на основі гібридологічного аналізу. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 74 (9). С. 8–13.

211. Мустафаєв И. Д. Пшеницы Азербайджана и их значение в селекции и формообразовательном процессе. Доклад-обобщение на соискание ученой степени доктора биол. наук. Ленинград, 1964. 72 с.

212. Torrie J. H. Inheritance studies of several quantitative characters in spring wheat crosses between varieties relatively susceptible and resistant to drought. *Can. J. Res.* 1936. Vol. 14, No. 10. P. 368–385.

213. Дхоте А. К. Характер наследования высоты соломины у гибридов карликовых сортов пшеницы. *Селекция и семеноводство*. 1972. № 2. С. 34–36.

214. Пушкина Г. А. Особенности наследования высоты растений при скрещивании длинно- и короткостебельных сортов пшеницы. *Бюлл. ВИР*. 1973. Вып. 30. С. 11–13.

215. Bhatt G. M. Inheritance of heading date, plant height, and kernel weight in two spring wheat crosses. *Crop Sci.* 1972. Vol. 12, Iss. 1. P. 95–98.

216. Лубнин А. Наследование устойчивости к полеганию гибридами пшеницы в F_1 и F_2 . *Селекция, семеноводство и агротехника полевых культур в Сибири*. 1976. С. 67–73.

217. Авдеев Ю. И. Генетический анализ растений. Астрахань : Издательский дом „Астраханский университет”, 2004. 378 с.

218. Федин М. А. Генетика пшеницы и гетерозис. Москва : Колос, 1979. 204 с.
219. Лукьяненко П. П. Выведение новых сортов озимой пшеницы интенсивного типа. *Вестник с.-х. науки*. 1970. № 4. С. 54–61.
220. Лукьяненко П. П. О селекции низкостебельных сортов озимой пшеницы. *Селекция и семеноводство*. 1971. № 2. С. 12–19.
221. Hansel J. Physiologie der Ertragsbildung und die Zuchtung auf Ertrag die Getreide. *Z. Pflanzenz.* 1965. Bd. 54, H. 2. S. 97–100.
222. Натрова З., Смочек Я. Продуктивность колоса зерновых культур. Москва : Колос, 1983. 45 с.
223. Ригер Р., Михаэлис А. Генетический и цитологический словарь. Москва : Колос, 1967. 607 с.
224. Орлюк А. П. Трансгрессивная изменчивость у озимой пшеницы и ее использование в селекции. *Генетика*. 1976. Т. 12, № 2. С. 15–24.
225. Лукьяненко П. П. Основные итоги работ по селекции озимой пшеницы на Кубанской сельскохозяйственной опытной станции. Изб. тр. Москва : Колос, 1973. С. 11–13.
226. Орлюк А. П., Базалій В. В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы. Херсон, 1998. 274 с.
227. Дубинин Н. П. Общая генетика. Москва : Наука, 1976. 590 с.
228. Мюнтцинг А. Генетика. Москва : Мир, 1967. 610 с.
229. Уильямс У. Генетические основы и селекция растения. Москва : Колос, 1968. 448 с.
230. Артамонов В. Д. Исходный материал и результаты селекции яровой пшеницы в условиях орошения. *Наука и эффективность сельськохозяйственного производства* : сб. науч. тр. Куйбышевской с.-х. опыт. ст. Куйбышев: Куйбышевское кн. изв-до, 1975. С. 136–137.
231. Селекційно-генетичні дослідження ячменю ярого / за ред. М. Р. Козаченка. Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2012. 448 с.
232. Рябченко О. М. Створення вихідного матеріалу для адаптивної селекції озимої м'якої пшениці в умовах південно-східної частини Степу

України : автореф. дис...канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція рослин». Дніпропетровськ, 2006. 16 с.

233. Седловский А. И., Мартынов С. П., Мамонов Л. К. Генетико-статистические подходы к теории селекции самоопыляющихся культур. Алма-Ата : Наука, 1982. 200 с.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

МІП	Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України
UKR	Україна
RUS	Росія
AUT	Австрія
FRA	Франція
CAN	Канада
KAZ	Казахстан
MEX	Мексика
MAR	Марокко
USA	Сполучені Штати Америки
K_c	коефіцієнт суттєвості відхилень
ГТК	гідротермічний коефіцієнт
♀	материнська форма
♂	батьківська форма
r	коефіцієнт кореляції
$V, \%$	коефіцієнт варіації
Max	максимальне значення
Min	мінімальне значення
F_1	перше покоління гібридів
F_2	друге покоління гібридів
H^2	коефіцієнт успадкованості ознак у широкому розумінні
h^2	коефіцієнт успадкованості ознак у вузькому розумінні
Max _{♀♂}	максимальне значення ознаки у батьківських форм
$G, \%$	гетерозис
hp	тип успадкування
Ном	гомеостатичність
Sc	селекційна цінність
$T_c, \%$	ступінь позитивної трансгресії
$T_c, \%$	частота позитивної трансгресії
ДСВ	державне сортовипробування

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ПРОБЛЕМ, ПОВ'ЯЗАНИХ ЗІ СТІЙКІСТЮ ПШЕНИЦІ ДО ВИЛЯГАННЯ.....	5
1.1. Причини та наслідки вилягання посівів пшениці.....	5
1.2. Фактори, що забезпечують стійкість до вилягання... ..	7
1.3. Використання світового сортименту пшениці з генами карликовості для створення короткостеблових продуктивних сортів.....	9
1.4. Генетичні, фізіологічні основи короткостебловості пшениці.....	13
1.5. Селекція пшениці твердої ярої на продуктивність та її зв'язок зі стійкістю до вилягання.....	16
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови.....	23
2.2. Матеріал і методика досліджень.....	29
РОЗДІЛ 3. ГОСПОДАРСЬКІ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ.....	31
3.1. Висота рослин та стійкість до вилягання.....	31
3.2. Морфологічні особливості будови стебла і стійкість до вилягання.....	39
3.3. Елементи структури продуктивності	47
3.4. Стійкість до ураження кореневими гнилями	55
РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ ОЗНАК МІЦНОСТІ СТЕБЛА У ГІБРИДІВ ПЕРШОГО ПОКОЛІННЯ	58
4.1. Міцність соломини на злам.....	58

4.2.	Прояв істинного гетерозису за ознаками стійкості до вилягання.....	64
РОЗДІЛ 5. СТУПІНЬ ДОМІНУВАННЯ ЗА ЕЛЕМЕНТАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ		68
5.1.	Оцінка гібридів першого покоління за елементами продуктивності	68
5.2.	Прояв істинного гетерозису за елементами структури продуктивності.....	78
РОЗДІЛ 6. ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ ЗА ЦІННИМИ СЕЛЕКЦІЙНИМИ ОЗНАКАМИ		82
6.1.	Трансгресії за ознаками стійкості до вилягання.....	82
6.2.	Успадкування ознак стійкості до вилягання	87
6.3.	Трансгресії за елементами продуктивності колоса.....	89
6.4.	Успадкування елементів продуктивності	94
6.5.	Кореляції висоти рослин з елементами продуктивності колоса у внутрішньовидових і міжвидових популяціях F ₂ ...	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		99
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ		120

Наукове видання

ХОМЕНКО Світлана Олегівна
КОЧМАРСЬКИЙ Валентин Сергійович
ФЕДОРЕНКО Марина Вікторівна
ЧУГУНКОВА Тетяна Володимирівна
ФЕДОРЕНКО Ірина Вікторівна

**ПШЕНИЦЯ ТВЕРДА ЯРА: СТІЙКІСТЬ ДО ВИЛЯГАННЯ,
ПРОДУКТИВНІСТЬ**

За редакцією

доктора сільськогосподарських наук, професора, члена-кореспондента НААН
України, директора Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла

О. А. Демидова

Монографія