

Міністерство освіти і науки України  
Миколаївський національний аграрний університет  
Херсонський державний аграрно-економічний університет

**НАУКОВІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ  
ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ  
НА АГРОЕКОЛОГІЧНУ  
АДАПТИВНІСТЬ**

*Монографія*

Миколаїв  
2024

УДК 633.111:631.527-044.332

НЗ4

**АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ :**

В. В. Базалій, Є. О. Домарацький, Г. Г. Базалій, М. М. Корхова  
О. В. Ларченко, Н. В. Кириченко, А. В. Панфілова

*Друкується за рішенням вченої ради  
Миколаївського національного аграрного університету  
від 13.02.2024 р., протокол № 7*

**РЕЦЕНЗЕНТИ :**

Ю. О. ЛАВРИНЕНКО – доктор с.-г. наук, професор, академік НААН України, головний науковий співробітник відділу селекції сільсько-господарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН;

В. М. СОКОЛОВ – кандидат с.-г. наук, член-кореспондент НААН України, директор, Селекційно-генетичний інститут – національний науковий центр насіннезнавства та сортовивчення;

М. І. ФЕДОРЧУК – доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри ґрунтознавства та агрохімії факультету агротехнологій, Миколаївський національний аграрний університет

**Наукові основи селекції озимої пшениці на агроекологічну**  
НЗ4 адаптивність : монографія / В. В. Базалій, Є. О. Домарацький,  
Г. Г. Базалій, М. М. Корхова, О. В. Ларченко, Н. В. Кириченко,  
А. В. Панфілова. Миколаїв : МНАУ, 2024. 244 с.

ISBN 978-617-7149-75-9

На основі теоретичного обґрунтування і узагальнення наукових досліджень викладені основи еколого-адаптивної селекції озимої пшениці, які визначають адаптивний і врожайний потенціал культури, визначені завдання і основні напрями генетично-селекційних досліджень

Розраховано для наукових співробітників, аспірантів, викладачів і здобувачів вищої освіти вищих навчальних закладів.

УДК 633.111:631.527-044.332

© МНАУ, 2024

© Базалій В. В., Домарацький Є. О.,  
Базалій Г. Г., Корхова М. М., Ларченко О. В.,  
Кириченко Н. В., Панфілова А. В., 2024

ISBN 978-617-7149-75-9

# З М І С Т

В С Т У П .....	5
I ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ АДАПТИВНОГО І ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛІВ РОСЛИН ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ .....	7
1.1 Структура і проблема поєднання генетичного потенціалу продуктивності та адаптивності сортів озимої пшениці за різних умов вирощування .....	10
1.2 Основи формування стійкості рослинного ценозу в екологічних градієнтах.....	17
1.3 Генетика кількісних ознак озимої пшениці і вплив екологічних чинників довкілля на їх мінливість і успадкування.....	27
II ПЛАСТИЧНІСТЬ, АДАПТИВНІСТЬ, ГОМЕОСТАЗ ТА ЕПІГЕНЕТИЧНЕ УСПАДКУВАННЯ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК І ВЛАСТИВОСТЕЙ .....	39
2.1 Основні поняття та особливості селекції на адаптивність.....	39
2.2 Методи оцінки та визначення параметрів адаптивності, пластичності і стабільності прояву ознак.....	45
2.3 Екологічна і морфобіотична класифікація сортів пшениці м'якої озимої.....	52
III ФІЗІОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ СТІЙКОСТІ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ДО АБІОТИЧНИХ І БІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	59
3.1 Вплив генетичних і агроекологічних факторів на зимо-морозостійкість озимої м'якої пшениці .....	62
3.2 Вплив строків посіву і часу відновлення весняної вегетації на мінливість господарсько-корисних ознак у різних генотипів пшениці озимої .....	79

3.3	Особливості формування продуктивності різними морфобіотипами озимої пшениці .....	109
3.3.1	Особливості стеблоутворення у різних морфобіотипів озимої пшениці .....	110
3.3.2	Особливості фотосинтетичної діяльності різних сортів озимої пшениці .....	122
3.3.3	Посухостійкість різних морфобіотипів озимої пшениці залежно від фізіологічного стану рослин .....	130
3.3.4	Стійкість до грибних захворювань (бура іржа, борошниста роса) .....	139
IV	ГЕНЕТИЧНИЙ ЕФЕКТ ДОБОРУ МОРФОБІОТИПІВ ЗА КІЛЬКІСНИМИ ОЗНАКАМИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ПРИ РІЗНИХ УМОВАХ ВИРОЩУВАННЯ.....	161
4.1	Мінливість і успадкування кількісних ознак .....	161
4.2	Вплив зовнішнього середовища і ценотичних умов на прояв кількісних ознак озимої пшениці.....	165
4.3	Вплив морфоструктурних елементів на ефективність добору господарсько-цінних генотипів озимої пшениці .....	174
V	СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ МОРФОБІОТИПІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА ОКРЕМИМИ ОЗНАКАМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ.....	179
5.1	Селекційна цінність і характер прояву адаптивних ознак у різних за висотою і вегетаційним періодом форм озимої м'якої пшениці.....	180
5.2	Характер прояву адаптивних ознак у різних за продуктивністю морфобіотипів озимої пшениці.....	190
VI	ПРОБЛЕМИ І РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ СЕЛЕКЦІЇ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ З ПІДВИЩЕНОЮ ЕКОЛОГІЧНОЮ СТАБІЛЬНОСТЮ.....	199
VII	АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	213
	ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ РОБОТИ І ВИРОБНИЦТВА .....	221
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	222

## ВСТУП

Україна є одним із найбільших світових експортерів пшениці, але через військові дії, які подекуди повністю унеможливають проведення польових робіт, світовий ринок може не дорахуватися значної частки продовольства.

Щороку під пшеницю озиму в нашій державі відводяться 5,5–6,8 млн га [1]. Окупація значної частини території України, масштабне знищення посівів та руйнування інфраструктури в ході війни ставить під загрозу виробництво продовольства та продовольчу безпеку нашої країни. Тому збільшення врожайності та валових зборів зерна пшениці, є одним із головних завдань рослинництва.

Сорт є одним із головних елементів будь-якої технології вирощування. Адже, від вибору сорту пшениці озимої буде залежати формування майбутнього врожаю зерна [2; 3].

Державний Реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні щорічно поповнюється новими сортами пшениці м'якої озимої, яких у 2022 році вже налічувалось понад 700 [4]. Але, з такого значного переліку аграрію дуже важко обрати той сорт, який найбільш пристосований до певних ґрунтово-кліматичних зон та мікрозон місцевості.

Більше третини щорічного виробництва зерна в країні припадає на Південний Степ України, основного регіону вирощування головної зернової культури – пшениці м'якої озимої [5]. Однак значний вплив несприятливих біотичних і абіотичних чинників у цьому регіоні призводить до значних недоборів зерна і нестабільного його виробництва.

Так, на відміну від країн Західної Європи, де середній рівень урожайності пшениці сягає 7–10 т/га, показники врожайності в Україні відчутно нижчі (3,60–4,10 т/га) і характеризуються суттєвими коливаннями за роками. Недостатній рівень адаптивності

сортів не дозволяє в нерегульованих умовах зовнішнього середовища повністю реалізувати потенціал продуктивності генотипу.

Для надійного забезпечення країни зерном важливе значення має зрошення, яке дозволяє одержувати високі і сталі врожаї всіх зернових культур. Але в сучасних соціально-економічних умовах, коли більшість посівних площ під озимою пшеницею не зрошується.

Селекція і насінництво виступають одним із найбільш доступних і ефективних засобів стабілізації виробництва зерна озимої пшениці [6; 7], а в цілому до 50% досягнутого в багатьох країнах збільшення врожаю забезпечує селекція [8; 9].

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), від ефективного використання сортів зернових культур щороку в світі додатково виробляється понад 20% зерна.

Створення сортів пшениці м'якої озимої універсального типу, пристосованих до мінливих умов зони Південного Степу України, потребує нових специфічних підходів до розробки програм селекції цієї культури, зокрема підвищення адаптивного потенціалу [10–12]. Дослідження з цих питань відносяться до найбільш актуальних теоретичних і практичних основ селекції.

Раніше створені сорти озимої пшениці максимально реалізовували свої потенційні можливості на високому агрофоні з чітким дотриманням агротехнічних заходів режимів зрошення. Але в сільськогосподарському виробництві не завжди є можливість дотримання цих умов і сорти з вузькою екологічною локалізацією проявляють низьку адаптивність до несприятливих умов довкілля. Тому сучасний селекційний процес передбачає стратегічне завдання зі створення нових високоадаптованих сортів агро-екологічної орієнтації з надійним захистом врожайності від біотичних та абіотичних чинників зовнішнього середовища [13; 14].

Орієнтовано такі універсальні сорти повинні мати генетичний потенціал урожайності на рівні високоінтенсивних сортів, а за несприятливих умов вирощування забезпечувати високі і стабільні збори зерна.

## **ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ АДАПТИВНОГО І ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛІВ РОСЛИН ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ**

Для одержання високий і стійких урожаїв озимої пшениці необхідно враховувати багато чинників, у тому числі й такий складний, як природні ресурси Південного Степу України. На значній території України поєднання ґрунтово-кліматичних умов є несприятливим для озимої пшениці. Це зумовлює значне зменшення врожайності і навіть загибель рослин цієї культури.

Врахування метеорологічних обставин дають можливість знайти заходи зменшення негативного впливу екстремальних умов на продуктивність озимої пшениці, вносити поправки в технологію її вирощування, що дозволяє незалежно від погодних умов одержувати сталі врожаї [15].

У зв'язку з цим, при селекції нових сортів чи доборів уже створених сортів для впровадження у конкретних підзонах, необхідно звертати увагу на адаптивні властивості генотипів до екстремальних умов [16].

Реалізація високої потенційної продуктивності сортів у виробничих умовах часто становить лише 20–30%. У зв'язку з цим, у даний час практично всі селекційні програми направлені на створення сортів з високим генетичним потенціалом продуктивності і одночасно з підвищенням ознак і властивостей, які зумовлюють високу екологічну адаптивність [2; 17; 18].

Академік П. П. Лук'яненко вважав, що у кожній конкретній екологічній зоні в залежності від природно-кліматичних умов і умов вегетації продуктивність сорту формується під впливом

різних елементів структури врожаю. При цьому максимальну врожайність і високу пристосованість йому забезпечує вірно вибраний основний набір господарсько-цінних ознак.

Збільшення врожайності сортів пшениці озимої степового екотипу забезпечується значним збільшенням продуктивного стеблостою. У сортів лісостепового екотипу висока врожайність формується за рахунок збільшення продуктивності колоса при оптимальному стеблостої [19].

При оцінці придатності сортів для виробничих умов необхідно враховувати їх адаптивну здатність до всього комплексу мінливості умов довкілля. Під впливом умов року величина врожаю має мінливість у більшості випадків більшу, ніж при вирощуванні в один рік, але в різних територіальних місцях [20–22].

Ряд дослідників [23–26] вважають, що високоврожайні сорти більш адаптовані до несприятливих умов вирощування, а низьковрожайні сорти більш продуктивні при стресових умовах. Незалежно від погіршення умов вирощування, селекція на високу потенційну врожайність необхідна, так як чим вище потенційні можливості сорту, тим слабкіше він реагує на екологічні, погодні та інші зміни умов. Крім того, наряду з селекцією високопродуктивних сортів, які володіють широкою адаптивністю, необхідно створювати сорти, адаптивні до специфічних умов окремих зон, агрофонів, попередників і строків сівби.

Озима пшениця вирощується в підзонах з різними ґрунтово-кліматичними умовами. На значній площі вона висівається після попередників (соняшник, кукурудза на зерно, кормові культури), які потребляють значну кількість поживних речовин і вологи. Збір їх, як правило, затримується в часі, що в свою чергу затримує і утрудняє підготовку ґрунту і сівбу озимої пшениці і знижує її якість. Багато господарств недостатньо забезпечені технікою і не можуть повністю виконати вимоги рекомендованих для виробництва технологій. Для таких господарств необхідні нові сорти, більш адаптовані до низького



агрофону і недоліку добрив, пристосовані до пізніх строків сівби та інших несприятливих чинників.

На думку багатьох вчених у кожному господарству необхідно мати науково-зумовлений оптимальний набір сортів, але на практиці далеко не завжди вдається витримати умову – сорт для характерних специфічних умов [27; 28].

Продуктивність сорту може сильно змінюватись за роками в одному і тому же господарстві, при вирощуванні на одному і тому же попереднику, з використанням подібної агротехніки та інших однакових умов. Ідеальним було б мати сорт, який при різних умовах вирощування давав би максимально можливий врожай високої якості. Це явно поки нереально, але всі селекціонери бажають створити такий сорт. Крім цінності такого сорту самого по собі, він дозволив би підняти на більш високий рівень продуктивність створених на його основі нових сортів з специфічною стійкістю. Вдала науково-обґрунтована сортова політика кожного господарства – вирощування трьох-чотирьох сортів різних типів – дасть змогу на 15–20% підвищити продуктивність пшеничного поля [23; 29].

По відношенню до специфічної адаптивності або стійкості до стресового впливу відповідного чинника середовища в зоні таксономічного (видового, родового) екстремуму і субекстремуму (морозозимостійкість, посухо-жаростійкість, стійкість до хвороб та інших) можна говорити про відповідні фізіологічні і генетичні механізми адаптивності, то механізми екологічної адаптивності, в широкому понятті, як здібності генотипу до різної норми реакції на комплекс факторів довкілля, відомі ще значно поверхнево. В той же час, виявлено, що середні значення ознаки і чутливість до середовища знаходяться під самостійним генетичним контролем і відносно незалежні, що може вважатися основою для розробки селекційних програм на гомеоадаптивність [30].

Більш висока стійкість до зовнішніх несприятливих чинників довкілля зумовлюється, з однієї сторони, здатністю

рослин зберігати нормальний рівень норми реакції генотипу, а це вже спадкова властивість, при більш широкому інтервалі значень напруженості цих факторів, з іншої сторони – великою швидкістю виробляти в організмі захисні компоненти метаболізму.

Таким чином, для ознак зі складною генетичною організацією і багатоступеневим морфогенетичним процесом існують різні варіанти як для досягнення високого рівня продукційного процесу, так і для генетичного захисту врожаю через механізми адаптивності.

### **1.1 Структура і проблеми поєднання генетичного потенціалу продуктивності та адаптивності сортів озимої пшениці за різних умов вирощування**

Історія народної, а пізніше наукової селекції пшениці озимої м'якої характеризуються як значними успіхами, так і спадом результативності. Нерівномірний характер розвитку селекції як науки має свої причинно-наслідкові зв'язки. Стосовно підйомів і спадів результативності є ряд чинників [31].

Першим чинником успіху стало використання А. Борлаугом генотипів з найменшою фотоперіодичною чутливістю і генів карликовості. Другим – поява засобів механізації, за впровадження яких відбулося різке збільшення кількості селекційних ланок і числа досліджуваних генотипів. Причиною затухання успіхів в селекції часто є вичерпання генотипів в якості вихідного матеріалу.

Наступний розвиток селекції пшениці озимої в Україні та інших країн йшов у напрямі поєднання шляхом схрещування видатних сортів (Безоста 1, Миронівська 808 та ін.). Внаслідок було створено короткостеблові високопродуктивні сорти (Одеська напівкарликова, Обрій і багато інших).

Вченими-селекціонерами проаналізовано рівень збільшення продуктивності і якості зерна сортів пшениці, створених у процесі селекції і заміненіх уподовж декількох сортозмін на півдні України [32; 33].

Так, починаючи з 1923 року по теперішній час відбулося п'ять сортозмін, внаслідок яких генетичний потенціал продуктивності нових сортів збільшився майже в два рази – від 39,5 до 65,9 ц/га. Удосконалення нових сортів пшениці відбулося у напрямі зниження висоти рослин (від 124–138 см) до (64–92 см). Збільшення питомої ваги частки урожаю зерна в загальному біологічному врожаї (від 24–32% до 46–52%), підвищення елементів продуктивності колосу (на 6–18%) при збереженні чи деякому зростанні загальної продуктивної кущистості (654–718 продуктивних стебел на 1 м<sup>2</sup>), скорочення на 7–12 діб вегетаційного періоду.

У результаті створення короткостеблових сортів універсального типу досягнуто високий рівень адаптивності за рахунок підвищення і стабілізації ознак властивостей зимостійкості, посухостійкості, фітозахворювань. Але генетичний потенціал продуктивності і якості зерна нових сучасних сортів може реалізуватися в повній мірі лише за умови високого агрофону. При цьому чим вище генетично зумовлена продуктивність і якість зерна у сорті, тим більша позитивна реакція на підвищений азотний фон [34].

За результатами 15-річного вивчення характеру зміни адаптивності сортів озимої пшениці в результаті селекції на підвищення зернової продуктивності і виявленню механізмів формування гомеостатичності різних генотипів в умовах Степової зони України встановлено, що в процесі селекції підвищився відгук сортів на сприятливі умови вирощування і в той же час знизилася їх адаптивнівні властивості. Проте рівень врожайності нових сортів в екстремальних умовах був все ж таки більшим, ніж у сортів попередніх періодів створення.

Найбільш стабільною ознакою є маса 1000 зерен, тоді як маса і кількість зерен з головного і бокових колосів були більш мінливіші [35]. Завдяки селекційним досягненням урожайність озимої пшениці в Південному Степу України за останні 70-75 років зросла на 80%, або на 26,4 ц/га, а у сортів останніх поколінь вона досягла пересічного рівня 58,2 ц/га (дані сортодільниці) [1].

Кожний етап сортозміни забезпечував приріст урожайності від 1,2 до 9,8 ц/га, тобто, пересічне зростання врожайності дорівнює 0,45 ц за рік – близько 1,0% [36].

Результатами досліджень А. П. Орлюка [37] встановлено, що головним напрямом селекції на подальше нарощування врожайності та продуктивного потенціалу є створення короткостеблових сортів озимої пшениці, стійких до вилягання і хвороб, толерантних до загущення посівів. Для досягнення цієї мети необхідно створити особливий морфологічний тип рослин. З метою підвищення фотосинтезу у короткостеблових сортів, необхідно змінити форму і розміри листків – збільшити ширину до 1,5–2,0 см і дещо зменшити їх довжину. Іншим компонентом фотосинтетичної діяльності рослин пшениці є колоскові луски, за рахунок яких формується близько 30% маси зернівки. Тому, при доборах більше уваги приділяти формі і розмірам листків і колосу.

Більшість посухостійких сортів озимої пшениці за класифікацією відносяться до степового екотипу (незначні розміри двох верхніх листових пластинок і вертикальне положення їх в просторі). В дослідях форми степового екотипу були на 9–14% врожайні при вирощуванні за інтенсивними технологіями, ніж сорти лісостепового типу з крупними горизонтальними листями. В Україні різниця в перевагу сортів степового екотипу в подібних умовах складала 5–9% [23].

При низькому рівні агротехніки, навпаки, сорти з вертикальними листовими пластинками поступались сортам лісостепового екотипу. Нині перед селекціонерами [38] стоять

важливі наступні завдання, які вирішують проблему створення сортів пшениці озимої з підвищеним адаптивним і продуктивним потенціалом для різних умов вирощування:

1. Сорти напівінтенсивного типу, середньорослі для вирощування за більш жорсткими непаровими попередниками (озима пшениця, кукурудза на зерно і на силос, ярі зернові).
2. Сорти універсального типу для вирощування по кращим удобреним непаровим попередником (горох, зернобобові, травосуміші, багаторічні трави та ін.).
3. Сорти інтенсивного типу, напівкарлики і низькорослі сорти для вирощування на зрошенні і чорному пару.
4. Сорти альтернативного типу для вирощування по кращим удобреним попередникам, для пізніх строків сівби.

Робота по створенню перших високопродуктивних низькорослих сортів пшениці м'якої озимої, адаптованих до умов вирощування, була спрямована на безперервне збільшення продуктивності колоса при об'єднанні з комплексом ознак, які зумовлюють адаптивність сорту [39].

Одне із основних напрямлень селекції пшениці в Херсонському державному аграрно-економічному університеті вже більше 10 років є створення сортів альтернативного типу (Кларіса, Соломія, Перлина), аналогічна робота з успіхом ведеться в Інституті фізіології рослин і генетики НААНУ (Смуглянка, Хуторянка, Зимоярка) [40].

Продуктивність пшениці різного типу розвитку зумовлюється перш за все генетичним потенціалом, який реалізується забезпеченням в період вегетації вологою, мінеральним живленням та умовами зовнішнього довкілля. У дослідженні високого врожаю пшениці озимої при сприятливих погодних умовах і оптимальної густоти посіву внесок сорту складає 60–70%, а підсилення мінерального живлення (в першу чергу азотного) – 30–40%. Неприятливі погодні умови можуть суттєво зменшити врожайність залежно від адаптивності генотипу [41; 42].

Встановлено, що збільшення врожайності в результаті селекції тісно пов'язано з підвищенням всіх основних елементів структури врожаю, за виключенням продуктивної кущистості. Подальше підвищення врожайності у сортів озимої м'якої пшениці істотно пов'язано зі зміною маси і кількості зерен в колосі і менш пов'язано зі зміною маси 1000 зерен [43].

Селекція на підвищення продуктивності в останні 20–25 років забезпечила створення високоврожайних сортів, які володіють високою здатністю позитивно реагувати на сприятливі умови вирощування. Але адаптивність цих сортів дещо нижча у порівнянні зі стародавніми сортами і їх урожайність суттєво змінюється під впливом факторів довкілля. У той же час, адаптивний потенціал сучасних сортів озимої пшениці достатній для одержання високих урожаїв навіть в екстремальні за погодними умовами роки [44].

На думку В. А. Власенка [33; 45], одним із критеріїв оцінки продукційного процесу вегетативної маси у злакових колосових видів є її лінійні розміри, які визначаються висотою рослин. Через об'єм вегетативної маси висота є основною складовою інших елементів продуктивного процесу – зернової продуктивності та якості зерна. Тому висота рослин є ознакою, що може більш конкретно характеризувати адаптивний потенціал сорту, ніж зернова продуктивність.

Основними компонентами врожайності пшениці озимої є число продуктивних стебел на одиницю площі, продуктивна кущистість, число зерен у колосі, середня маса зерна з рослини та маса 1000 зерен. Дещо менший вплив на врожайність мають інші показники: довжина колоса, кількість колосків у колосі та маса зерна з колоса [46–48].

Згідно з вимогами інтенсивної технології, на 1 м<sup>2</sup> має бути орієнтовно 600 колосів. N. E. Borlaug [49] зауважував, що при проведенні добору рослин на високу продуктивну кущистість, потрібно звертати увагу на синхронність колосіння.

На думку I. T. Netica [46], велика кількість продуктивних стебел пшениці призводить до зниження врожайності, оскільки

в результаті сильного куціння утворюється значна кількість підгонів, які утворюють дрібне зерно або не формують його зовсім.

В Україні створилась велика різноманітність екологічних умов. Кожна зона (Степ, Лісостеп, Полісся) пред'являє специфічні вимоги до селекційної роботи по створенню сортів озимої пшениці, у зв'язку з цим як селекція, так і сортова агротехніка розробляють свої конкретні методи і напрями в науково-дослідній роботі. У зв'язку з цим, створюються специфічні морфобіотики рослин різного типу розвитку (типові, універсального і альтернативного). Ці генотипи потребують відповідні агротехнічні заходи, які пристосовані до певних еколого-агротехнічних умов і при цьому формують і реалізують генетичний потенціал продуктивності.

Велике значення для збільшення урожайного потенціалу у нових сортів має підвищення фізіологічної активності асиміляційного апарату і кореневої системи [50]. Подальше збільшення маси зерна без збільшення асимілюючих органів можливе за рахунок перерозподілу продуктів фотосинтезу між соломиною і колосом лише до певної межі. У зв'язку з цим, важливою задачею селекційно-генетичних досліджень є пошук морфобіотипів з підвищеною активністю селекційного апарату.

Оскільки урожайний потенціал сортів озимої пшениці є спадковою властивістю, яка в той же час залежить від агро-екологічних умов, то можна припустити, що кожний сорт має свій генетичний потенціал продуктивності, який за сприятливих умов повністю реалізується. Сорт забезпечує найбільш високу врожайність у тому випадку, коли агро-екологічні умови відповідають біологічним потребам генотипу, а фітопатологічні та ентомологічні фактори доведені до нуля. У такому випадку створюються найбільш сприятливі умови для формування високого біологічного потенціалу агроценозу [15].

Таким чином, генетичний потенціал продуктивності сорту сам по собі не може гарантувати реалізації високої врожайності.

Вона визначається двома факторами: пристосованістю і гарантованою продуктивністю. Пристосованість є частиною спадкової екологічної проблеми – це екологічна толерантність сорту, за допомогою якої він може використовувати мінливі ґрунтови, кліматичні, агротехнологічні впливи. Гарантована врожайність ґрунтується на спадковій стійкості і толерантності до фітопатогенів і шкочочинних шкідників.

Формування і реалізація урожайного потенціалу озимої пшениці повністю або частково залежить від інтегрованої біологічної системи захисних, пристосованих механізмів рослин, які детерміновані генотипом і розвиваються в процесі онтогенезу під впливом генотип-середовищних взаємодій. При цьому стійкість рослин до абіотичних і біотичних стресових чинників необхідно оцінювати в їх взаємозв'язку, тому що рослини, які уражені, наприклад, шкідниками і фітопатогенами, менш стійкі до несприятливих кліматичних умов [51].

Мірою адаптивності конкретного сорту озимої пшениці різного типу розвитку може бути рівень його врожайності у різних агроекологічних умовах. Численна інформація вчених, різного профілю свідчить, що суть основних суперечностей між ростом потенційної продуктивності і екологічною стійкістю полягає в тому, що багато механізмів стійкості до екологічних стресів засновані на стримуванні процесів росту і розвитку рослин [52].

За результатами проведених польових досліджень на дослідному полі Навчального науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету упродовж 2018–2022 рр. з 20 сортами пшениці м'якої озимої різних еколого-географічних груп визначено, що більш адаптованими до умов Південного Степу України виявилися Дума одеська (6,24 т/га), Озерна (6,17 т/га), Здобна (5,98 т/га), Пам'яті Гірка (5,96 т/га), Квітка полів (5,94 т/га) та Глаукус (5,80 т/га), які за якістю зерна відносяться до цінних [2; 53].



## 1.2 Основи формування стійкості рослинного ценозу в екологічних градієнтах

Серед різноманітних сортів сільськогосподарських культур лише деякі формують відносно стабільні врожаї в розрізі різних років і зон вирощування, а переважна їх кількість досить чутлива до екстремальних умов і тому різко зменшує рівень можливого врожаю.

Збільшення виробництва зерна здійснюється на третину за рахунок вдосконалення елементів технології виробництва, а на дві третини – впровадженням нових сортів. За підрахунками зарубіжних вчених приріст урожайності зернових на 45–50% досягається за рахунок удосконалення нових технологій і на 50% від впровадження нових сортів [1; 11; 53].

Характерною особливістю сортів озимої пшениці інтенсивного типу є висока вимогливість до ґрунтово-кліматичних, агротехнічних та інших умов вирощування, за наявності яких вони можуть максимально реалізовувати потенціальну врожайність.

Разом з тим висока чутливість до сприятливих умов вирощування часто обмежує ареал розповсюдження сортів інтенсивного типу в інших менш сприятливих екологічних зонах, де вони можуть і не дати позитивного результату. Тому поряд з подальшим підвищенням рівня продуктивності рослин озимої пшениці одним із основних напрямів селекції є створення сортів з підвищеним адаптивним потенціалом, який забезпечує їм екологічну стабільність.

Під адаптивним потенціалом необхідно розуміти здатність рослин пристосовуватися до різних умов зовнішнього середовища за рахунок генотипової і модифікаційної мінливості [30].

Реалізація потенціалу продуктивності в різних сортів відбувається неоднаково. Як відомо, високопродуктивні сорти виносять з ґрунту велику кількість поживних речовин, витрачають

багато вологи і потребують високої агротехніки вирощування. За відсутністю таких умов потенційно продуктивні сорти не дають приросту і можуть поступатися за врожайністю менш продуктивним сортам, через меншу вибагливість до умов вирощування. Тому необхідно впроваджувати у виробництво сорти різних типів екологічної адаптивності з широким адаптивним потенціалом, які здатні компенсувати флуктуації зовнішніх умов і забезпечувати стабільну врожайність за несприятливих умов довкілля [55].

В Україні втрати врожаю пшениці від несприятливих погодних умов в окремі роки можуть сягати 45–70% [56; 57].

На думку багатьох науковців [58–60], паралельно з підвищенням потенційної продуктивності пшениці спостерігається тенденція до зниження стабільності урожаю, таке положення вчені пояснюють недостатньою екологічною пластичністю сортів. Особливо важливо, щоб сорти були стійкі до нерегульованих чинників довкілля, тобто володіли абіотивними і біотивними властивостями. Ці особливості сортів частково досягаються тоді, коли уразливі фази онтогенезу рослин не співпадають з критичними для них факторами зовнішнього середовища.

Крім цього, як показують дослідження з інтенсивними сортами пшениці, сама по собі висока потенційна продуктивність рослин виступає як фактор, здатний значною мірою компенсувати недостатню стійкість до несприятливих умов зовнішнього довкілля, а висока врожайність протягом багатьох років може характеризувати відповідно високу адаптивність сорту до конкретних агроєкологічних умов [35; 61].

Мінливі фактори зовнішнього середовища впливають на ознаки продуктивності агроценозів у часі і просторі, тому першочерговим завданням є розв'язання питання завчасної підготовки сільськогосподарського комплексу цих змін клімату. Потепління клімату може як внести елементи нестабільності у ведення сільського господарства, так і істотно розширити

можливості зернового господарства за умови адаптації аграрного сектора до таких змін [62].

Дослідженнями М. Кульбіди [63] зафіксовано підвищення в атмосфері тепличних газів, у тому числі вуглекислого на 15–20%. Парниковий ефект зумовлює підвищення температурного фону, який за даними різних інформаційних джерел у минулому столітті становив 0,5–0,7 °С. Підвищення вмісту вуглекислого газу може змінювати процеси фотосинтезу рослин, а в поєднанні з іншими чинниками і характер продукційного процесу [64; 65]. Передбачається, що при збільшенні кількості вуглекислого газу в два рази темпи фотосинтезу прискорюються на 30–100% залежно від рівня температури повітря та забезпечення кореневої системи доступною вологою, а це приведе до підвищення рівня врожайності на 20–30%.

На нашу думку, на сучасному рівні селекційної практики типовими і досконалыми представниками різних екологічних зон являються сорти, які дають у сприятливі роки дуже великі прибавки врожаю, а в посушливі роки на рівні сортів більш ранніх сортозмін [66].

Відомо, що сорт з середньою, але стабільною врожайністю більш економічно цінний, ніж спеціалізований сорт з потенційно високою, а не стабільною врожайністю. Недостатній рівень екологічної стабільності сорту інколи при високому потенціалі продуктивності може нанести значну шкоду економіці господарства [67].

У нестійких екологічних умовах високий урожайний потенціал сорту втрачає свою цінність. В таких випадках екологічна стійкість, адаптивний потенціал є найважливішими факторами реалізації тих ознак, що закладені в моделі високоврожайного сорту [68].

На відмінну від поширених тверджень проте, що короткостеблові сорти пшениці м'якої озимої можна вирощувати лише на високих агрофонах і, що вони мають вузьку екологічну локалізацію.

Дослідження академіка М. А. Литвиненко [69] базуються на концепції, що у сильно мінливих агрокліматичних умовах Степної зони України слабко адаптовані сорти з вузькою екологічною орієнтацією не можуть мати господарського значення. Ці сорти повинні мати високий генетичний потенціал урожайності (10 т/га і вище), високоефективну норму реалізації на поліпшення технологій вирощування і в той же час у мінливих умовах, на низьких агрофонах, за технологічних відхилень утримувати нижній поріг урожайності на рівні високорослих сортів напівінтенсивного типу, за рахунок різкого підвищення адаптивного потенціалу.

На нашу думку, нові сорти пшениці озимої необхідно вивчати при комбінованому використанні оптимальних і стресових умов за вологозабезпеченістю рослин, це дає можливість повніше оцінити адаптивний потенціал сорту і дати конкретні рекомендації по його вирощуванню в господарствах різної форми власності [70].

В основу поліпшення культурних рослин лежить поняття сутності і закономірності прояву генетичних механізмів, які зумовлюють реакцію макросистем на конкретний технологічний захід. Необхідність у цих знаннях досягає апогею при селекції на інтегральну цінність макросистем за макроознаками: продуктивність, генетичний захист урожаю від несприятливого впливу біотичних і абіотичних чинників довкілля, інтенсивності біогенезу ознак, які визначають якість товарної продукції. Це стає обов'язковим при необхідності якісної зміни системи землеробства, як у зв'язку з високим рівнем техногенних факторів, так і зміні екологічного середовища, що виникло в зв'язку з глобальним потеплінням та наступними змінами динаміки факторів фізичного середовища протягом вегетаційного періоду [29].

Результати створення і вирощування інтенсивних короткостеблових сортів пшениці озимої вказують, що з підвищенням потенціалу продуктивності, як правило, відбувається зниження

приспосувальних властивостей сортів, їх адаптивного потенціалу. Вони більше реагують зниженням урожайності, ніж інтенсивні і напівінтенсивні сорти на погіршення рівня родючості ґрунту, на відхилення технології їх вирощування та на інші несприятливі умови довкілля, які часто зумовлюються особливостями ґрунтово-кліматичних зон вирощування [29].

Сорти з широким пристосуванням, як правило, дають стабільні, але нижчі врожаї в різних умовах середовища, з вузьким – мають високий генетичний потенціал продуктивності і дають високі врожаї за сприятливих і низькі – за несприятливих умов [6].

Аналіз загальної екологічної стійкості основних сільськогосподарських культур показує, що в умовах глобального потепління вірогідно зникне необхідність в інтенсивних сортах і сортах, які вирощуються на значних площах, а будуть потрібні сорти з максимальною пристосованістю до місцевих конкретних умов вирощування, давати оптимальний та стабільний урожай за роками і займати невеликі економічно значимі площі [71].

Хоча ряд вчених підкреслюють, що від погіршення умов вирощування, селекція на високу потенціальну продуктивність необхідна, натомість, чим вищі потенційні можливості сорту, тим сильніше він реагує на екологічні, погодні і інші зміни клімату [50].

Мінливість урожайності за роками варіює більше, ніж за географічними пунктами, тому, що взаємодія «сорт-пункт» більша за взаємодію «сорт-рік» [72; 73].

Усі можливі варіанти мінливості генотипу в умовах, при яких організм може існувати, називається нормою реакції або діапазоном реакції [70]. Норма реакції всіх особин популяції, в більшості випадків, подібна (перекривається), тому в природних популяціях більша частина генетичної мінливості прихована за так званим пластичним фенотипом (диким типом). Генотипи, які мають високу фенотипову пластичність, вважа-

ються краще пристосованими тому, що вони можуть розвиватись в широкому діапазоні умов довкілля.

Норма реакції також виражає можливість даного сорту в різних умовах зовнішнього середовища забезпечити модифікаційну мінливість в певних рамках, що дозволяє більше врахувати, як впливають чинники довкілля на мінливість кількісних ознак і відмінності між генотипами за їх реакцією на фактори середовища.

Ряд вчених [74–76] вважають, що щорічні недобори зерна пшениці в Україні недоречно відносити лише за рахунок дії негативних екологічних чинників. Сорти пшениці м'якої озимої на практиці не завжди реалізують свої потенційні можливості через понижений їх рівень адаптивних властивостей. Кожний сорт при зміні екологічного градієнта або стресового чинника володіє лише для нього властивими компенсаторними ефектами. Саме компенсаторні ефекти у окремих сортів забезпечують пружність і сталість її біоценотичного гомеостазу.

Для вирішення проблеми екологічної стійкості сортів пшениці озимої необхідно використовувати сортові технології, які мають повністю визначити специфічні потреби того чи іншого сорту. Необхідно вивчати нові сорти пшениці озимої з різною реакцією на фотоперіод і тривалість стадії яровизації при комбінованому використанні оптимальних та стресових умов за вологозабезпеченістю рослин, що дає можливість повніше оцінити адаптивний потенціал сорту й надати конкретні рекомендації для його вирощування [77].

Нині значно зросла частка впливу на величину та якість урожаю тих чинників довкілля, які оптимізувати в польових умовах за рахунок технологічних засобів практично неможливо. Навіть у країнах з найвищим рівнем техногенної інтенсифікації рослинництва варіабельність урожайності за роками для більшості культур на 60–80% залежить від нерегульованих чинників зовнішнього довкілля, а головне від погодних умов, які попередити неможливо [54].

Селекція стабільних за продуктивністю сортів пшениці – це поєднання високої врожайності, високої стабільності і середньої реакції на оптимальний фон. У випадку створення сортів інтенсивного типу – сполучення високої врожайності, середньої стабільності і високої реакції на сприятливий фон [70].

Доведено, що коли для оцінки посухостійкості сортів використовували багато екологічних пунктів з різним ступенем недостачі вологи, то вірогідно, на оцінюючому показнику відобразиться вплив усіх елементів системи посухостійкості, які взаємодіють з різним вологодефіцитним середовищем. Цей показник буде визначати посухостійкість генотипів в цілому і його можна назвати при цьому інтегральним показником.

Дослідженнями О. Л. Уліча та ін. [78] встановлено, що сорт Мудрість одеська має високий селекційно-генетичний потенціал продуктивності, забезпечуючи високі та стабільні врожаї зерна. За 8 років досліджень середня врожайність сорту становила 6,31 т/га, перекривши на 0,72 т/га національний стандарт сорт Подолька. Характерно, що перевищення відбувалося в усі роки, крім 2018 р., коли показники продуктивності були однаковими. Середня врожайність за час державної науково-технічної експертизи в зоні Степу становила 4,83 т/га, Лісостепу – 5,83 т/га, переваживши національний стандарт відповідно на 9,3 і 1,6 %.

У різних агрокліматичних зонах урожайність зерна по сорту становила 7,6–11,5 т/га, що вище за врожайність національних стандартів на 1,5–1,9 т/га (12,4–19,8%). Провідне місце за врожайністю зерна сорт Мудрість одеська зайняв у дослідках Миколаївського національного аграрного університету. За 6 років досліджень (2016–2021) урожайність сорту становила 6,69 т/га, а досить поширеного на півдні України сорту Марія – 6,16 т/га, приріст становив 0,53 т/га, або 7,9 % [78].

У ценозі можуть виявитися нові ефекти генетичних детермінантів селекційно-цінних ознак і властивостей. Ці характе-

ристики на ценотичному рівні можуть мати взаємозалежні ефекти, наприклад, архітектоніка посіву зумовлює значний спектр різноманітних ефектів [79].

Більшість сортів півдня України належить до ранньостиглої і середньостиглої груп і вони найбільш продуктивні, проте в окремі роки значною мірою страждають від несприятливих умов зимового періоду. Тому головним напрямом при селекції озимих зернових культур стало створення сортів із високим адаптивним потенціалом, який забезпечує високий і стабільний врожай при дії мінливих чинників довкілля [80].

Дослідженнями, проведеними в 2017–2020 рр. на дослідному полі ННПЦ МНАУ із сортами пшениці озимої, створеними на півдні України, – Марія, Мудрість одеська, Житниця одеська, Обряд, Ветеран, Наснага, Сталева та Шпалівка, відзначено, що в середньому за 4 роки найвищу врожайність сформував сорт Мудрість одеська – 6,22 т/га, що на 0,15–0,26 т/га більше, ніж в інших досліджуваних сортів. Слід зазначити, що середня врожайність зерна досліджуваних сортів пшениці озимої за вирощування в ННПЦ МНАУ була на 0,85–1,45 т/га більшою, ніж у Благовіщенській філії ДП «Центр сертифікації та експертизи насіння і садивного матеріалу». Менша різниця в урожайності зерна спостерігалася в сортів Обряд, Мудрість одеська, Житниця одеська та Ветеран. Зі зміщенням на північ урожайність зерна сортів Марія, Шпалівка та Сталева знижувалася на 1,31–1,45 т/га [3].

Ряд вчених [81; 82] вважають, що одним з перспективних завдань селекції озимої пшениці є створення сортів з високою гомеостатичною здатністю, тобто розширення діапазону їх оптимальних та допустимих строків сівби. Дослідниками були виявлені сорти озимої пшениці, які менше реагують на відхилення від оптимальних строків сівби, а також виявлені сорти інтенсивного типу, які слід висівати у вузькому інтервалі оптимальних строків і використовувати їх при створенні інтенсивних сортів.



В оглядовій статті [70] звернено увагу на те, що більшість експериментальних робіт спрямовано на вивчення впливу ознак на характер ценотичних відношень, оцінка яких не пов'язана з конкретною детермінацією генами, і це створює труднощі в інтерпретації одержаних результатів.

Відомо багато робіт [42; 68], виконаних з метою встановлення зв'язку між ознаками рослин і характером їх ценотичних відношень, у т.ч. конкурентної взаємодії і величини конкурентної здатності. Відмічено корелятивний вплив висоти рослин на прояв продуктивності і її елементів у ценозі. Ознака низькорослості в гетерогенних популяціях пшениці виявляє таку ж дію.

Гени низькорослості, крім прямої дії, впливають на деякі фенотипові ознаки, такі як щільність продуктивного стеблостою і фенотипову продуктивність. Так, за сприятливих умов гени Rht1 і Rht2 при промисловій нормі висіву збільшують продуктивну кущистість порівняно зі своїми високорослими аналогами і, як наслідок цього, збільшується продуктивність ценозу. У той же час ген Rht3 впливав негативно на щільність продуктивного стеблостою і, відповідно, на продуктивність ценозу в цілому.

При доборі пар схрещування на основі максимально несхожих адаптивних ознак, селекціонер повинен очікувати в розщеплюваних популяціях збільшення мінливості за ознаками адаптивності [20].

Вченими [68] доведено, що зворотна залежність між стійкістю біотипів і їх конкурентною здатністю не носить абсолютного характеру і залежить від присутності в ценозі рослин з конкретними генами. Крім цього, алоконкурентні взаємовідносини залежно від погодних умов року впливають на перерозподіл пластичних речовин між господарсько-корисними і некорисними частинами біомаси рослин.

У щільному ценозі, як правило, виникає конкуренція між органами рослин за асимілянтами, а також вона зумовлює

формування стеблостою і прояв генеративних ознак, при цьому генотипи, пристосовані до загущення посіву, формують високоефективний механізм добору на конкурентну здатність, яка забезпечує швидку елімінацію слабо конкурентних морфобіотипів [83].

Основну конкуренцію про структуру агроценозу, яка відображає генотипову мінливість сорту, можна одержати на рівні головних компонентів продуктивності, при цьому кількість продуктивних стебел виконує компенсційну роль в мінливих умовах зовнішнього довкілля, а продуктивність колоса виступає як сортоспецифічна ознака ценозу [84].

Генетичний потенціал ознак продуктивності у рослин має два суперечливих моменти, які необхідно враховувати при їх використанні в прикладних генетичних і селекційних програмах – це питання горизонтальної і вертикальної генетичної структури продуктивності. Під горизонтальною структурою слід розуміти оцінку ефектів генів і їх вплив на величину окремої ознаки рослини, а під вертикальною – ієрархічну структуру агроценозу, яка детермінована генетично, але реалізується на фоні конкурентних взаємовідносин між ознаками одного ієрархічного рівня в характерних умовах довкілля.

Запропонована концепція еколого-генетичного контролю кількісних ознак рослин, згідно з якою величина кореляційного зв'язку між двома структурно або морфологічно незалежними компонентними ознаками залежить від генетичних систем адаптивності, які контролюють розвиток цих ознак на фоні конкретного лімітуючого чинника довкілля. У результаті значення коефіцієнтів екологічної кореляції між результативними і компонентними ознаками значно вище, ніж між двома компонентними ознаками [85].

Аналізуючи численні дослідження вчених, можна зробити висновок: урожайність, адаптивні ознаки будь-якого організму і їх прояв в рослинному ценозі контролюються не окремими генами, а генотипом в цілому. Спектр і кількість генів у сортів

і ліній з підвищеною гомеостатичною характеристикою більш широкий, ніж у сортів, недостатньо адаптованих до несприятливих факторів зовнішнього довкілля. Більш стійкі рослини володіють таким складом генів, які в окремі фази онтогенезу створюють буферність проти руйнівної дії екстремальних чинників.

При зміні лімітуючих чинників зовнішнього довкілля змінюється і набір функціонуючих генів, які формуються в процесі природного і штучного доборів з вихідного селекційного матеріалу. Можна зробити висновок, що ознаки продуктивності і, особливо, адаптивні ознаки ще недостатньо вивчені в генетичному відношенні головним чином тому, що генетика практично відірвана від фізіології рослин.

Генетична природа більшості адаптивних ознак, які одержали статус фізіологічних, ще не досить розроблена. Лише подальше інтенсивне дослідження спеціальної і прикладної генетики, спрямоване на розробку ефективних методів оцінки селекційного матеріалу, дозволить розкривати ще не пізнані резерви продуктивності і витривалості рослинного організму і дадуть селекціонерам нові засоби підвищення врожайного і адаптивного потенціалів.

### **1.3 Генетика кількісних ознак озимої пшениці і вплив екологічних чинників довкілля на їх мінливість і успадкування**

У практичній селекції рослин центральне місце займають питання про принципи ідентифікації генотипів по фенотипу. Ця проблема значно обговорюється в науковій літературі, присвяченій різноманітним аспектам генетиці кількісних ознак. Багаточисленними даними доведено низьку ефективність селекції на врожайність при доборі поодиноких рослин. Головною причиною цього є висока модифікаційна мінливість більшості кількісних ознак, яка може бути викликана різними

чинниками росту і розвитку рослин, а також дією конкуренції [86].

Реалізація генетичної інформації, яка визначає основні напрями онтогенезу, здійснюється протягом взаємодії організму з зовнішнім середовищем. Цей процес у біологічному розумінні – просто відображення того факту, що генотип не може знаходитися без зовнішнього довкілля, а в процесі розвитку він взаємодіє з ним.

Особливості біологічних ознак у організмів описуються на основі принципів факторіальної і кількісної генетики. Факторіальна генетика робить висновки на основі прояву ознак з позиції, яка пояснює функції окремих генів, об'єктом її досліджень є альтернативні (дискретні за фенотипом) ознаки. Кількісна генетика оперує поняттями безперервної мінливості ознак, які зумовлені дією і взаємодією численних спадкових факторів і умов зовнішнього довкілля. Таким чином, особливості прояву кількісних ознак детерміновані генотипом організму в системній взаємодії з середовищем [87; 88].

У просторі кількісних ознак з однієї сторони знаходяться прості ознаки, рівень яких визначається морфологією структурних елементів і для них характерна класична модель полігенного контролю, а з іншої – складні ознаки як результат взаємодії і конкретної поведінки компонентів системи. Успадковується не ознака, а норма реакції, тому епігенетичне успадкування має прояв не в конкретній закономірності, а в принципах взаємодії генетичних механізмів у процесах формоутворення організмів та надорганізменних систем [89].

З точки зору еколого-генетичної моделі організації кількісної ознаки генетична формула складається із багатьох дискретно проявлених, функціонально взаємно упорядкованих компонент разової системи. Внаслідок інтегрованості елементів генетичної системи в рамках організму фенотип представляє собою реалізацію структурних часткових моделей. Модуль, як елементарна одиниця опису організації кількісної

ознаки, яка складається із трьох взаємопов'язаних ознак – результуючої і двох компонентних, відображає всі етапи реалізації генетичної формули на градієнті екологічного фактора в онтогенезі.

Кількісними прийнято називати ознаки з неперервною мінливістю. Найважливіші ознаки пшеничної рослини, з якими пов'язана врожайність зерна – висота рослин, довжина колоса, кількість колосків у колосі, вегетаційний період, маса зерна з колосу та ін. успадкування таких ознак у пшениці постійно вивчаються. Встановлено, що у їх контролі приймає участь полігенна система, фенотиповий прояв якої сильно модифікується умовами довкілля [90].

Кількісні ознаки характеризують найбільш важливі в утилітарному відношенні сторони культурних рослин, у тому числі величину і якість урожаю. У той же час у генетичному відношенні вони вивчені ще недостатньо, але наукова інформація з цього питання значна [91].

Із розроблених методів кількісної генетики достатньо широко використовується принцип розкладання загальної фенотипової дисперсії кількісної ознаки на складові компоненти з виділенням внеску генотипу в прояв ознаки. Існує можливість виділити групу генів з усього алельного набору генотипу і зв'язати їх функції з конкретними признаками. Шукають і шляхи використання генетичних параметрів мінливості кількісних ознак у селекційній практиці [92].

Ефективність добору генотипу за фенотипом залежить від того, наскільки дібрані біотики будуть відтворюватись у своїх нащадках. Для цього необхідно, щоб значення генотипової варіанси було значно вищими виразу фенотипової варіанси [93].

Показником, який відображає співвідношення фенотипової і генотипової варіанс, є коефіцієнт успадкування в широкому розумінні, який характеризує доцільність добору корисних генотипів тоді, коли спадкова мінливість перевищує неспадкову.

Нині представлена достатня кількість методів розрахунку коефіцієнтів успадкування як у вузькому ( $h^2$ ), так і в широкому розумінні ( $H^2$ ). Більшість їх заснована на прямому зіставленні загальної генотипової варіанси (або її адитивної компоненти) і сумарної фенотипової дисперсії.

Показники успадкування в широкому розумінні характеризують незалежність фенотипового прояву ознаки від мінливості умов середовища, а показники успадковуваності у вузькому розумінні визначають генетичну гетерогенність популяції [94].

Доведено, що проблему добору рослин і, відповідно, ідентифікації цінних генотипів необхідно вирішувати з обліком генетичної природи кількісних ознак і ступеню впливу модифікаційної мінливості. У зв'язку з цим необхідно відмітити, що в генетиці кількісних ознак серед багатьох статистичних параметрів особливе місце займає показник успадкування ( $H^2$  або  $h^2$ ), які визначають долю генотипової мінливості в загальній фенотиповій мінливості ознаки [95].

У науковій літературі різні думки по відношенню придатності показника успадковуваності для прогнозу ефективності добору. Більшість вчених вважають, що цей показник має важливе значення для підвищення ефективності селекції [88; 96].

На нашу думку, названий критерій має важливе значення для генетичної характеристики кількісних ознак незважаючи на значно великий розмах показників, можливо виділити ознаки з високою, середньою і низькою успадковуваністю. До числа ознак з високою успадковуваністю необхідно віднести довжину стебла, тривалість вегетаційного періоду, стійкість до бурі іржі і борошнистої роси ( $H^2$  досягає 80–90%).

Серед ознак, які визначають продуктивність, високим успадкуванням характеризуються кількість колосків у колосі ( $H^2$  в середньому досягала 76,8–77,6%), кількість зерен з колоса, маса зерна з колоса, в середньому спадкувались на рівні

50%. Низький рівень успадкування спостерігався у ознаки «продуктивна куцистість рослин» – ( $H^2 = 17,4-19,6\%$ ).

Різні коефіцієнти успадкування і у ознак якості зерна: більш високі – по набуханні і силі борошна ( $H^2 = 67,7-72,5\%$ ) і менш значимі по вмісту сирової клейковини і білку, об'єму хліба: у деяких гібридних комбінацій вони досягали 60%, але в середньому за всіма вивченими гібридами не підвищували 47–49%.

Із цієї загальної характеристики показників успадковуваності різних кількісних ознак озимої пшениці видно, що вони мають відповідні ранги, хоча за абсолютним значенням вони різні у різних гібридних популяцій.

Більшість вчених переважають віддають коефіцієнту успадкування у вузькому розумінні, яке розраховане у системі кореляції «батьки-нащадки», оскільки високий ступінь кореляції одноїменних ознак «батьків» і «нащадків», свідчить про можливість ефективного добору за фенотипом батьківських форм [97].

Представленні дані експериментальних досліджень свідчать про те, що показник успадкування відображає в основному характер ознаки конкретної популяції або групи гібридів відповідного циклу схрещування. Внесок генотипа в фенотипову мінливість різних ознак зумовлений їх генетичною природою. Конкретних границь у статистичному виразі успадкування ознак не вдається встановити, але умовно поділити їх на високі-, середньо- і низькоуспадковані можливо. У зв'язку з цим, виникає питання про можливість використання коефіцієнтів успадкування для прогнозування результатів добору по окремим ознакам і комплексу ознак.

Нові експериментальні дані необхідні, для розуміння шляхів реалізації генетичної інформації у нестійких умовах доквілля оскільки фенотип будь-якого організму формується в результаті взаємодії генів, одержаних від батьків, з зовнішнім

середовищем, в якому організм одержує розвиток і функціонує. Відомо, що зовнішні фактори можуть змінювати темп розвитку організму, а інколи і характер експресії генів [98].

Вивчення генетичного контролю ритму росту рослин пшениці в екстремальних умовах показало, що швидкість росту змінюється залежно від генотипу і умов зовнішнього довкілля [99].

У зв'язку з цим, можна передбачити, що зміна характеру спадковості розглянутої ознаки в процесі онтогенезу є однією з причин нестабільності генетичних параметрів за структурними елементами у рослин пшениці [100].

Стійкість процесів онтогенезу лежить в основі формування нормального фенотипу організму, а модифікаційне пристосування дозволяє йому залишатися життєдіяльним і залишати нащадків за зміни умов зовнішнього середовища, але сама здатність здійснювати спадкову мінливість знаходиться під контролем генотипу.

Під дією нових зовнішніх чинників у популяціях здійснюється добір і формування генетичних систем, функціонування яких передбачає ступінь модифікаційної мінливості цих популяцій. При цьому добір необхідних генотипів можливий лише при розгляді специфічних особливостей лімітуючого чинника в даній екологічній ніші, якщо він не має власної дисперсії. Наприклад, якщо ефекти генів холодостійкості будуть відповідати фенотиповому рівню ознаки, тоді ідентифікація генотипу за фенотипом буде висока, а коли лімітуючий фактор має велику власну дисперсію (наприклад, розподіл вологи в ґрунті), тоді добір за фенотипом не реальний [20].

Ефективність добору залежить від рівня загальної мінливості ознаки і ступеню її генетичної детермінації. У загальній формі реакція на добір є результатом успадкованості і селекційного диференціала ( $G_s(R) = H^2 \times S$ ) [6]. Селекційний диференціал ( $S$ ) представляє собою різницю між середнім



виразом ознаки в популяції і значенням його у кращих відібраних біотипів, досягаючих за проявом ознаки необхідної величини і тим інтенсивнішим буде добір.

Упродовж багаторічних досліджень вивчалася ефективність використання коефіцієнта успадкування в селекційному поліпшенні озимої пшениці по різним кількісним ознакам [101]. Добір (10%) кращих біотипів проводили на низькорослість, підвищену зимостійкість і стійкість до бурої іржі, скоростиглості і високу продуктивність колосу. Перші чотири ознаки мали високу успадковуваність, а остання – середню. У даному досліді добір і оцінка нащадків проводилась за конкретними ознаками без обліку прояву інших ознак. В результаті виявили, що за всіма ознаками з високою успадковуваністю показники теоретичного і фактичного генетичного приросту за всіма гібридними комбінаціями мали практично рівне значення. Високе співпадіння одержані за довжиною соломини і вегетаційного періоду.

Генетичний приріст кількісної ознаки при доборі залежить не лише від величини успадкування, але і від інтенсивності добору. При вивченні нащадків сортів з різним диференціалом по низькорослості і масі зерна з колосу вклад генотипу в реалізацію довжини стебла і продуктивності колоса різний, як різна ступінь відповідності прогнозованого і фактичного результату добору. Вияснилось, що по низькорослості відхилення реалізованих значень «приросту» значно близькі до розрахункових за всіма градаціями інтенсивності добору, в той час як по продуктивності колоса вони нижче розрахункових. Хоча по обом ознакам встановлена одна загальна закономірність: при зменшенні інтенсивності добору генетичні прирости знижуються.

Одержаним даним ми даємо наступні пояснення. При односторонньому доборі окремих ознак генетичний прогрес і співпадіння теоретичних і фактичних показників більший за ознаками з високою успадковуваністю (довжина стебла, веге-

таційний період, зимостійкість і ін.) у ознак з більшою модифікаційною мінливістю (в основному це ознаки продуктивності і якості зерна) генетичний ефект добору прогнозувати важче, але можливо і в цьому ми згодні з висновками інших дослідників [20].

Не співпадіння прогнозованих і фактичних показників при прояві кількісних ознак мають різні причини: модифікуючий вплив чинників, пов'язаних з цільовою селективною ознакою; не співпадіння генотип-середовищних взаємодій на різних етапах селекційної роботи; аллоконкуренція в різних поколіннях популяції рослин та інші.

При доборах за окремими ознаками (особливо з невисокою успадковуваністю) необхідно приймати рослинний організм як цілісну систему, в якій різні ознаки взаємопов'язані. Ступінь пов'язаності кількісних ознак у різних популяцій рослин різна. Взаємопов'язані, але неконтрольовані кількісні ознаки своїм проявом можуть значно змінювати фенотипові селекційні ознаки і таким чином, підвищувати або зжувати статистичні показники в їх прояві. Це достатньо чітко підтверджується, отриманими нами даними за масою зерна з колоса у ліній різного походження.

Було проведено також оцінку впливу показника успадкованості на прогнозування ефективності добору за масою зерна з рослини у різних за генетичним походженням гібридних популяцій озимої пшениці. Успадкування за цією ознакою варіює залежно від комбінації схрещування ( $h^2 = 0,10-0,48$ ). Фактично генетичні прирости були нижче розрахункових, але ступінь відповідності цих двох показників достатньо висока. Для практичної селекції головне з цих даних є те, що ранги гібридів по теоретичному і фактичному приросту зберігаються.

Односторонній добір на підвищення зимостійкості зумовив у різному ступені пониження продуктивності. Добір біотипів на скорочення вегетаційного періоду у деяких гібридних популяцій призводив до дрібнозернистості, а ліній виділених

із гібрида Одеська 51/Русалка, не мав впливу на ознаки продуктивності колоса, але зумовив пониження морозостійкості. Підвищення стійкості до бурої іржі не відобразилось на прояві інших кількісних ознак за виключенням продуктивності колоса: стійкі середньостиглі лінії були більш крупнозерними.

Враховуючи практичні потреби селекції, необхідно більш детально зупинитися на результатах досліджень ефективності доборів за ознаками продуктивності колоса і якості зерна озимої пшениці.

Відомо, що вираженість ознак продуктивності істотно змінюється під впливом умов вирощування, головним чином, залежить від кількості опадів і температури повітря в період наливу зерна. Є дані про те, що підвищення температури повітря в цей період на 1 °С зменшує урожайність зерна на 4% та масу зернівки [102; 103].

Установлено, що погодні умови і агротехнічні заходи (щільність стеблостою, строки сівби, тощо) призводить до зміни експресивності генів, а також спрямовують тип взаємодії генів, які приймали участь в генетичному контролі [104].

Аналіз експериментальних даних показав, що фактори середовища мали значний вплив на величину формування маси 1000 зерен, а також на характер її генетичного контролю. Так, включені в експеримент сорти пшениці відрізнялися не лише за адаптивними ознаками, але й характером їх взаємодії з зовнішнім середовищем. Крім того, установлено, що довгоколосі сорти менш стабільні в прояві ознаки на відміну від сортів з коротким колосом. Так, незалежно від умов вирощування, домінування ознаки спрямовано в бік зменшення довжини головного колоса, при цьому більше значення у вираженості ознаки відводиться адитивним генам, що сприяє підвищенню добору цінних генотипів.

Високий ефект домінування продуктивної кущистості значною мірою залежить від умов зовнішнього довкілля. При цьому величина домінування дуже значна, тому ранній добір

форм з високою продуктивною куцистістю не ефективний [33].

Принципова основа природного і штучного добору одна і та ж, але між ними є і значна різниця. Так, у процесі природного добору виживають більш пристосовані форми, які з точки зору утилітарного використання, в більшості випадків не мають значної цінності, при штучному доборі створюються цінні в господарському відношенні біотиби рослин, розмноження яких програмується у відповідності з раніш поставленими завданнями. Створені таким чином нові форми в неконтрольованих умовах вирощування за життєздатністю можуть поступатись тим популяціям рослин, які сформувались у процесі природного добору.

Ефективність доборів висвітлені у багаточисленних наукових працях. Зокрема визначено високу ефективність індивідуальних доборів у ранніх поколіннях гібридів за вегетаційним періодом і висотою рослин [20]. Інші вчені рекомендують у ранніх поколіннях використовувати масовий добір, а в  $F_5$  – індивідуальний, для виділення константних високоврожайних біотипів. В той же час є інформація, що подібне поліпшення за врожайністю було одержано при доборі як у ранніх, так і пізніх поколіннях [95].

На думку багатьох вчених-селекціонерів [105], вибір фонів для добору і подальше вирощування гібридних популяцій та їх нащадків у наступних поколіннях, може допомогти в підвищенні прояву цінних рекомбінантів, особливо за комплексом адаптивних ознак. В деяких випадках для їх збереження необхідні оптимальні, а інколи комфортні умови доквілля (зрошення, більша площа живлення та ін.). Залежно від комбінації схрещування добір середньорослих біотипів можливо проводити і в пізніх поколіннях, а добір короткостеблових необхідно починати з ранніх генерацій ( $F_2$ – $F_3$ ), оскільки частота прояву цих біотипів у наступних поколіннях різко зменшувалась.

Дослідженнями виявлено, що пересів гібридних популяцій м'якої пшениці озимої ( $F_2$ – $F_3$ ) на фоні конкурентної боротьби в міжродових сумішках з житом, або у внутрішньовидових сумішках з сортами, які характеризуються високою конкурентною здатністю і відрізняються від інших гібридів за добре помітними морфологічними ознаками, сприяє більш інтенсивному природному добору форм з добре вираженими адаптивними ознаками. В процесі подальшої селекції в чистому посіві серед них можна виділити форми, що володіють високою продуктивністю та іншими господарсько-цінними ознаками.

На основі ряду теоретичних досліджень вперше запропонована модель сорту інтенсивного типу з підвищеними адаптивними властивостями універсального використання по різних агрофонах [106]. Відповідно до цієї моделі відпрацьована концепція «генетичного листка». Суть її в тому, що чим більш віддалена за походженням і менш адаптована до місцевих умов одна із батьківських форм, тим більшою кількістю адаптивних ознак і властивостей та абсолютним проявом їх повинна характеризуватись друга батьківська форма.

Дослідження за удосконаленням моделі сорту озимої пшениці виявили, що оптимальне сполучення двох або більше ознак, як правило, легше здійснювати при використанні потрійних ступеневих схрещувань з завданням рекомендації комплексу ознак, яких часто недостатньо у двох батьківських форм при простих схрещуваннях [107]. Третю батьківську форму необхідно використовувати як інтенсивний, добре пристосований до місцевих умов довкілля сорт достатньо високим рівнем зимостійкості. Включення в гібридизацію з місцевими адаптованими сортами форм екотипів дозволяє створювати значний резерв генетичної мінливості за багатьма ознаками і властивостями.

На думку А. П. Орлюка та ін. [108], підвищена частота рекомбінацій в системі екологічно віддалених схрещувань «руйнує» блоки генів, які контролюють адаптивні властивості

і особливо впливають на стійкість до екстремальних різних чинників довкілля. Важливо, щоб компонентами батьківських форм місцевого походження були сорти або форми з мінімальним числом негативних з погляду селекції ознак.

За даними досліджень для підвищення зимостійкості гібридів до рівня більш стійких рекурентних батьків достатньо одного беккросу. При включенні в гібридизацію більше двох батьківських компонентів велику увагу необхідно приділяти вибору останнього компонента схрещування, який повинен бути більш морозо- і зимостійким. У міру насичення гібрида складовими факторами більш зимостійкого сорту, мінливість аналізованої ознаки знижується і наближається до значення рекурентної батьківської форми.

Наші дослідження показали, що для підвищення ефективності селекції необхідно вирішувати з позиції організації як самого селекційного процесу (виявлення, зберігання, ідентифікації і використання відповідних генетичних джерел), так і тісно пов'язаних з ними системами сортовипробувань з елементами сортової агротехніки [109].

Методи генетичного аналізу, моделювання кількісних ознак і розподіл їх фенотипової дисперсії на складові компоненти, способи визначення ЗКЗ і СКЗ складні для практичної селекції. Вони мають значення для розвитку генетики популяцій і деякою мірою використовуються в селекції перехресно-запилувальних культур.

У селекції самозапильовачів (пшениця) використання цих методів стримується відсутністю інтегрального підходу до окремих генотипів популяції, що аналізуються. Селекціонеру необхідні такі методи генетичного прогнозування, які б дали достовірну інформацію про об'єкти добору в системі їх взаємодії з біотичними і абіотичними чинниками довкілля.

- II -

## **ПЛАСТИЧНІСТЬ, АДАПТИВНІСТЬ, ГОМЕОСТАЗ ТА ЕПІГЕНЕТИЧНЕ УСПАДКУВАННЯ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК І ВЛАСТИВОСТЕЙ**

Сортові ресурси відіграють особливу роль в економічному і соціальному розвитку держави, стабілізації та збільшенні обсягів виробництва продукції рослинництва. Кожен новий сорт повинен поєднувати ряд спадкоємних факторів, які контролюють різні біологічні і господарські ознаки. Серед них особливе місце займають ознаки, які забезпечують стабільність урожайності та інших ознак і властивостей при зміні умов зовнішнього довкілля. Внесок сорту в формування врожайності зерна оцінюється від 30 до 70%, а з врахуванням змін клімату ця величина може зростати [110].

Наукою і передовою практикою доведено, що новий сорт упродовж перших п'яти років використання дає приріст урожаю в 2,5 рази більший ніж ті сорти, що перебувають у виробництві 10–12 років [32].

### **2.1 Основні поняття та особливості селекції на адаптивність**

Ідея про існування захисної системи внутрішнього середовища організму від зовнішнього впливу, спрямованої на збереження інтенсивних життєвих функцій, була висунута Клодом Бернардом більше століття тому, а термін «гомеостаз» уперше запропонував учений Кеннон [111].

На нашу думку, гомеостаз характеризується лабільною здатністю генотипу зводити до мінімуму наслідки несприятливих умов зовнішнього довкілля в різні періоди розвитку рослин. Це забезпечується здатністю генотипу підтримувати стабільність прояву основних життєвих процесів при зміні умов вирощування.

Узагальнено уявлення про механізм гомеостазу на організмовому рівні та виділено три групи основних компонентів гомеостазу: фізіологічні, неспецифічні та апатогенні. Звичайно, такий розподіл факторів досить умовний, на що і вказують і самі автори. Так у групі фізіологічних компонентів гомеостазу пшениці, які пов'язані з фізіологією індивідуального розвитку, акцентується увага на генетичних системах швидкості онтогенезу і його етапів, системі морфологічних ознак (висота рослин, енергія кущіння, структура врожаю тощо), загальних і специфічних систем затримання росту і диференціації тканин (морозо- і зимостійкість, посухостійкість, жаростійкість, солестійкість та інші). Названі властивості дійсно мають важливе значення для адаптивного потенціалу.

Гомеостаз – це універсальна система підтримки життєзабезпеченості організму, яка, по-перше, підтримує оптимальні умови його розвитку, по-друге, виконує еволюційну роль у стабілізації норми адаптивності. Більшість вчених [72] характеризують гомеостаз як пристосованість ознак організму, які розкривають динаміку зміни реакції генотипу при мінливості умов довкілля і зберігають відносно постійними свої функції.

Здатність до формування щільного ценозу в несприятливих умовах вирощування вважається ознакою більш високої гомеостатичності сорту. У цьому плані ще не використовується належною мірою регуляторні можливості багатьох елементів системи рослинництва, частково це розробка нових технологій вирощування рослин з урахуванням не лише гомеостазу індивідуального розвитку, але й гомеостатичності окремих ознак у мінливих умовах зовнішнього довкілля.



М. П. Дубінін [112] вперше обґрунтував принципи генетичного гомеостазу, завдяки якому частоти генів у популяції змінювалися під впливом умов зовнішнього середовища або штучного добору, зберігаючи динамічну стійкість. Генетичний гомеостаз пов'язаний з генетичною мінливістю популяції і визначає ступінь її можливості і реакції на добір. Крім цього, гомеостаз розвитку організмів і популяційний гомеостаз, як правило, визначаються як незалежні характеристики явища адаптації.

Висока гомеостатичність проявляється у стабільній врожайності зерна, а низька, навпаки – свідчить про високу варіабельність даного генотипу за одних і тих же лімітуючих чинників зовнішнього довкілля.

Прояв гомеостазу пов'язаний з екологічною адаптивністю. Гомеостатичні сорти характеризуються стійкістю до дефіциту вологи, високих температур та інших флуктуацій погоди [29].

Стабільність ознак у результаті пристосування організмів до умов зовнішнього середовища зумовлюється накопиченням генів-модифікаторів у процесі природного і штучного добору [113]. Кожний із них має прямий ефект на розвиток ознак. Можливо, що у роботі механізмів гомеостазу, особливо серед неспецифічних його ланок, важливу модифікуючу роль відіграють мобільні генетичні елементи, на які часто звертають увагу дослідники.

Вплив факторів зовнішнього довкілля відображається на конкурентних взаємовідношеннях органів і ознак продуктивності, які розвиваються за генетичними програмами і відзначаються взаємодіями систем ознак з умовами життєзабезпеченості. Гомеостаз, стабільність продуктивності колосу забезпечується його субкомпонентами, які розвиваються за системою взаємодії і компенсації на фоні сильно мінливої «ранньої» ознаки – числа продуктивних стебел у рослині. Генотипи зі стабільно високими значеннями числа продуктивних стебел будуть характеризуватись підвищеним гомео-

стазом за різних умов з наявністю лімітуючих чинників. Особливо будуть виділятися форми рослин, які стійкі проти різних захворювань і несприятливих умов зимівлі.

Аналізуючи численні досліді вчених, можна зробити висновки: урожайність, адаптивні ознаки будь-якого організму і їх прояв в рослинному ценозі контролюються не окремими генами, а генотипом в цілому. Спектр і кількість алелів у сортів і ліній з підвищеною гомеостатичною характеристикою більш широкий, ніж у сортів, недостатньо адаптованих до несприятливих чинників зовнішнього довкілля. Більш стійкі рослини володіють таким складом генів, які в окремі фази онтогенезу створюють буферність проти руйнівної дії екстремальних факторів.

При розробці селекційних програм на гомеоадаптивність необхідно врахувати прояв середнього значення ознаки, властивості у гібридних популяцій за різних умов вирощування і їх чутливість до несприятливих умов зовнішнього довкілля. Термін гомеоадаптивність – це поняття, об'єднує близькі, не ідентичні, механізми екологічної пластичності, стабільності, адаптивності в широкому розумінні слова (або широкої адаптації) і не специфічного компонента гомеостаза [114].

На думку М. П. Дубініна [112], коли б частота виникнення мутацій і рекомендацій і їх різноманітність виходили за межі допустимих пластичністю існуючих пристосувань і необхідних потенцій для майбутньої еволюції, то популяції і види загинули б під тиском негативних змін. Тому адаптивна еволюція можлива за умов обмежень у появі спадкової мінливості. При цьому необхідно визнати, що умови середовища не тільки елімінують непристосовані морфобіотики, але й формують саму генетичну систему популяцій.

Терміни «пластичність» і «стабільність» використовуються для характеристики окремих ознак (або їх груп) у рослин. У зв'язку з цим пластичність рослин, а також їх стабільність в мінливих екологічних умовах необхідно розглядати як ос-

новні пристосувальні ознаки живих організмів. Необхідно відмітити, що вченими доведено, що пластичність рослин, або відсутність стабільності у багатьох випадках може дати адаптивне значення, що призводить до формування різних фенотипів, причому інколи у генетично ідентичних сортів.

Не випадково порушено питання визначення трактування термінології показників, які мають пряме відношення до реалізації програм адаптивної селекції. Справа в тому, що в зарубіжній і вітчизняній літературі використовується багато питань: стабільність, пластичність, гомеостатичність, загальна і специфічна адаптивна здатність та інше. Є випадки, коли дані терміни протиставляються один одному або вважаються однозначними, а інколи немовби доповнюють один одного, частково це стосується термінів «пластичність» і «стабільність».

Для характеристики потенціалу модифікаційної і генотипової мінливості продуктивності або її кількісних ознак, використовуються терміни «пластичність» і «стабільність». Обидві ознаки розглядаються як головні пристосувальні властивості рослин, які створюються в процесі онтогенезу, тобто є відображенням модифікаційної мінливості під впливом чинників довкілля. Але статичність не можна обмежувати лише параметрами модифікаційної мінливості, адже вона є атрибутом адаптивного потенціалу генотипу, а це означає, що вона працює в межах норми реакції спадковості генотипу.

Терміном «пластичність» в агрономічній практиці і в науково-популярній літературі деякі дослідники трактують, як здатність сорту формувати високі і стабільні врожаї при несприятливих умовах зовнішнього довкілля. Але, таке трактування пластичності не зовсім коректне з наукової точки зору, тому що пластичність не адекватна стабільності, якщо її прив'язувати до конкретних ознак чи властивостей [115].

Пластичність – це здатність до адаптивної мінливості ознак організму: вона має в основному модифікаційний характер, проявляється в онтогенезі. У зв'язку з тим, що пластичність

ознаки (або сукупності ознак) за своєю біологічною суттю є фізіологічним атрибутом організму, вона може бути специфічною для конкретної властивості або по відношенню до певних впливів зовнішнього довкілля, мати певний вектор. Як фізіологічний процес, адаптивність знаходиться під генетичним контролем і через це змінюється у результаті природного і штучного доборів [116].

Показник стабільності тої чи іншої ознаки можна розглядати як у широкому, так і вузькому розумінні. У вузькому розумінні стабільним є генотип зі стійкою реалізацією – йому притаманна реакція на поліпшення або погіршення умов довкілля, а в широкому стабільним вважається такий генотип, на розвиток якого зміна умов вирощування має незначний вплив.

Узагальнивши протилежність трактування термінів адаптивної селекції селекціонери [117] запропонували прийняти такі формулювання:

- Пластичність – це міра і спрямування реакції генотипу на коливання умов зовнішнього довкілля (ступінь модифікованості ознаки під впливом зовнішніх чинників);
- Стабільність (у вузькому розумінні) – стійкість реалізації генотипом реакції на зміну умов довкілля (або стабільність реалізації генотипом пластичності);
- Стабільність (у широкому розумінні) – це здатність знижування впливу лімітуючих чинників (іншими словами – гомеостатичність генотипу, або здатність мати мінімальну фенотипову дисперсію при зміні умов вирощування).

Нині проблема підвищення рівня адаптацій є центральною в еволюційній теорії, тому природно, що навколо трактування цього питання існує багато суперечливих теорій.

При аналізі суперечливості понять термінологій очевидно, адаптивний потенціал рослин формується за рахунок взаємозв'язку онтогенетичної і філогенетичної адаптацій. При цьому більш адаптивні ті морфобіотики в мінливих умовах

зовнішнього довкілля, які мають більшу фенотипову мінливість.

Адаптація є специфічною і загальною. Специфічна адаптація забезпечує генотипу високу продуктивність у мінливих умовах довкілля, а загальна адаптація характеризує його здатність утворювати ряд фенотипів, адаптованих за різних умов зовнішнього середовища.

Багаточисленні дослідження методів оцінки генотипів в серіях багатосередовищних дослідів показали, що універсального параметра, здатного адекватно оцінити біологічну сутність понять «екологічна пластичність», «гомеостатичність», «стабільність» та інше немає, тому що відповідь генотипа на чинники зовнішнього середовища завжди є багатомірними, в той час як статистичні оцінки – є намір перетворити цю багатомірну систему в структуру унівалентну. Але, достатньо продуктивним є використання для оцінки фенотипового прояву генів широкої адаптації комплексу параметрів [118].

Таким чином, адаптація є специфічною і загальною. Специфічна адаптація забезпечує генотипу високу продуктивність у мінливих умовах довкілля, а загальна адаптація характеризує його здатність утворювати ряд фенотипів, адаптованих до різних умов зовнішнього середовища.

## **2.2 Методи оцінки та визначення параметрів адаптивності, пластичності і стабільності прояву ознак**

Зважаючи на велику кількість пристосувань рослинного організму до зовнішнього середовища, для практичної селекції більш вдалим є поняття «адаптивність» і «адаптованість». Під першим слід розуміти здатність організму пристосуватися до будь-якого середовища, під другим – ефективне використання факторів довкілля, які сприяють росту і розвитку організму [119].

У цілому, як можливі критерії оцінки гомеостатичності (широкої адаптивності різних генотипів) використовують:

1.  $b_i$  – пластичність (коефіцієнт регресії сорту на індекс довкілля);
2. Екорегресія (варіанса відхилу від лінії регресії);
3.  $S_r^2$  – коефіцієнт стабільності;
4.  $P_i$  – міра оцінки сорту;
5.  $ЗАЗ$  – загальна адаптивна здатність;
6.  $S_{ЗАЗ}^2$  – варіанса специфічної адаптивної здатності;
7.  $Ном$  – коефіцієнт гомеостатичності;
8.  $S_{qi}$  – відносна стабільність генотипу;
9.  $U_{ad}$  – коефіцієнт адаптивності;
10.  $U_{atB}$  – коефіцієнт атракції;
11.  $X_{min} - X_{max}$  – екологічна стійкість;
12.  $(X_{max} + X_{min})/2$  – генетична гнучкість сорту;
13.  $РАС$  – рейтинг адаптивності сорту;
14.  $T_r$  і  $T_c$  – трансгресія (частота і ступінь).

Більшість з цих параметрів достатньо коректно характеризують варіансу генотипу за різних умов довкілля, успадковуються і визначають біологічну суттєвість поняття «гомеоадаптивність».

Ми також схильні до цієї думки, у наших дослідженнях використання методик достатньо коректно характеризували різні генотипи озимої пшениці нормою їх реакції на чинники зовнішнього довкілля.

П. П. Літун [120] стверджував, що до високопластичних відносить сорти з коефіцієнтом регресії більше одиниці ( $b_i > 1$ ), тоді як А. С. Бороєвич вважав, що у високопластичних сортів коефіцієнт регресії менше одиниці ( $b_i < 1$ ).

В. В. Хангільдін і М. А. Литвиненко вважають, що коли коефіцієнт регресії ( $b_i$ ) наближається до одиниці, то сорт добре адаптований до різних умов середовища; за  $b_i > 1$  сорт має підвищену чутливість до агрофону; а за  $b_i < 1$  – сорт придат-

ний для вирощування в несприятливих умовах на бідних агрофонах.

Як впливає з моделі розрахунку S. A. Eberhart, W. A. Russel [121] найбільш цінними є сорти, у яких коефіцієнт регресії  $b_i > 1$ , а коли показник стабільності ( $S_{d_i}^2$ ) наближається до нуля – це високоінтенсивні сорти. Сорти з одночасно високими показниками  $b_i$  і  $S_{d_i}^2$  менш цінні, тому що їхня висока чутливість поєднується з низькою стабільністю.

Сорти у яких  $b_i < 1$  і  $S_{d_i}^2 = 0$ , слабо реагують на покращення умов вирощування (є напівінтенсивними), але мають високу стабільність урожайності. В основі стабільності лежать гомеостатичні реакції. Гомеостаз – здатність генотипу зводити до мінімуму наслідки впливу зовнішнього довкілля [122].

Для характеристики адаптивного потенціалу сортів сільськогосподарських культур існують різні методи аналізу пластичності і стабільності прояву врожайності. Використання коефіцієнта варіації (V, %) зернової продуктивності як показника відносної гомеостатичності сортів дає достовірні результати, але при цьому не враховується сам рівень продуктивності. Цей показник характеризує здатність генотипу реагувати на покращення умов вирощування, а при погіршенні підтримувати достатньо високий рівень продуктивності.

S. A. Eberhart і W. A. Russel [121] в методіку розрахунку взаємодії генотипів з чинниками зовнішнього довкілля включили ще один показник – середнє квадратичне відхилення від лінії регресії ( $\sigma$ ). Згідно з методикою, до показників характеризуючих пластичність генотипу належать середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт лінії регресії ( $b_i$ ), коефіцієнт варіації (V, %), які показують здатність сорту реагувати на поліпшення умов вирощування підвищенням продуктивності. Коливання фактичної врожайності по відношенню до лінії регресії визначається середнім квадратичним відхиленням від лінії регресії ( $S_{d_i}^2$ ). Варіанса стабільності ознаки ( $S_{d_i}^2$ )

показує, наскільки надійно сорт відповідає пластичності за коефіцієнтом регресії ( $b_i$ ). Встановлено, що підвищення стабільності ( $S_{d_i}^2$ ) врожайності сорту супроводжується зменшенням його пластичності ( $b_i$ ).

Генетична інтерпретація оцінки пластичності і стабільності за показниками  $b_i$  і  $S_{d_i}^2$  була запропонована G. Tai [123].

За результатами розрахунків параметрів пластичності ( $b_i$ ) і стабільності ( $S_{d_i}^2$ ) вивчені сорти характеризувались за показниками наступним чином: ( $b_i < 1$ ) і ( $S_{d_i}^2 > 0$ ) – мають кращі результати за несприятливих умов вирощування, нестабільні; ( $b_i < 1$ ) і ( $S_{d_i}^2 = 0$ ) – мають кращі результати в несприятливих умовах, стабільні; ( $b_i = 1$ ) і ( $S_{d_i}^2 > 0$ ) – добре реагує на покращення умов вирощування, нестабільний; ( $b_i = 1$ ) і ( $S_{d_i}^2 = 0$ ) – добре реагує на покращення умов вирощування, стабільний; ( $b_i > 1$ ) і ( $S_{d_i}^2 > 0$ ) – має кращі результати в сприятливих умовах вирощування, нестабільний; ( $b_i < 1$ ) і ( $S_{d_i}^2 = 0$ ) – має кращі результати в сприятливих умовах вирощування, стабільний.

Але, цінка сортів за допомогою регресійної моделі S. A. Eberhart, W. A. Russell не дає повністю об'єктивної оцінки порівнювальним сортам. Стан гомеостазу можна використувати як основний критерій оцінки генотипу. Показник гомеостатичності (Hom) – параметр, що характеризує стабільність сорту при вивчені за різних умов вирощування. Показник селекційної цінності (Sc) оцінює ступінь стійкості сорту.

Оцінка селекційної цінності (Sc) передбачає трансформацію реальної середньої врожайності сорту в умовний, з поправкою на гомеостатичність та дозволяє проводити одночасний відбір на загальну адаптивну здатність із врахуванням стабільності.

Для визначення адаптивної здатності та стабільності прояву ознак у генотипів визначають гомеостатичність за формулою В. В. Хангільдіна та ін.:  $Hom = x^2\sigma$ , де  $x$  – середнє



арифметичне значення,  $\sigma$  – стандартне відхилення; селекційну цінність:  $Sc = \bar{X} \cdot X_{lim} / X_{opt}$ .

Екологічну стійкість сортів в конкретних умовах зовнішнього довкілля визначають за методикою А. А. Rosielle, J. Hamblin [124].

Прогнозування мінливості врожайності різних генотипів в межах умов вирощування можливе при регресивному аналізі, який характеризує середню реакцію сорту на зміну умов зовнішнього довкілля, тобто визначає їх пластичність і стабільність. Різниця  $X_{min} - X_{max}$ , має від'ємний знак і визначає рівень стійкості сортів і ліній до стресових умов вирощування. Чим менше розрив між мінімальною ( $X_{min}$ ) і максимальною ( $X_{max}$ ) врожайністю, тим вища стійкість сорту до стресової ситуації.

Показник  $(X_{max} + X_{min}) / 2$  відображає врожайність сортів в контрастних (сприятливих і несприятливих) умовах та характеризує генетичну гнучкість сорту, його компенсаторну здатність. Чим вища ступінь відповідності між генотипом сорту і різними чинниками довкілля, елементами технологій, тим вище цей показник. В наших дослідженнях цей показник був найвищим у всіх сортів при інокуляції насіння біологічним протруйником Триходерміном [58].

Питаннями екологічної пластичності і стабільності сортів озимої м'якої пшениці, вивченню взаємозв'язку врожайності і параметрів екологічної пластичності присвячено ряд робіт [13; 15; 58; 100; 125]. Використання наявної екологічної стійкості сортів озимої пшениці необхідно розглядати як одну із основних умов реалізації потенційної продуктивності за несприятливих умов довкілля.

Таким чином, показником екологічної стійкості необхідно розуміти відношення врожайності в стресових умовах до врожайності в оптимальних умовах. У цьому аспекті визначення стійкості і були проведені розрахунки екологічної пластичності за врожайністю ряду сортів і селекційних ліній.

На основі випробувань генотипів у різних середовищах запропоновано метод, який дає можливість визначити загальну адаптивну здатність (ЗАЗ) та специфічну адаптивну здатність (САЗ), стабільність генотипів, селекційну цінність генотипів (СЦГ), а також вести добір за адаптивною здатністю відповідно до поставлених селекційних завдань. Показник відносної стабільності генотипу ( $S_g$ ), аналогічний коефіцієнту варіації ( $V$ , %) генотипу в різних середовищах, який дає можливість порівняти результати дослідів з різним набором сортів, середовищ і ознак. Додаткову інформацію для виявлення реакції генотипу на покращення середовища можна отримати за коефіцієнтом регресії ( $b_i$ ), як і коефіцієнт компенсації ( $K_g$ ), характеризує здатність генотипу реагувати на сприятливі і на несприятливі умови довкілля.

Даний метод дозволяє також отримати інформацію про середовища як зони для добору. Параметри середовища значною мірою залежать не лише від умов, місцевості та року досліджень, але і від досліджуваного набору генотипів. Для характеристики середовищ використовують наступні показники: продуктивність середовища ( $d_k$ ), відносна диференціююча здатність ( $D_3C$ ), коефіцієнт типовості ( $t_k$ ), коефіцієнт передбачуваності ( $P_k$ ).

В. А. Власенко зі співавторами [33] запропонували метод визначення рейтингів адаптивності сортів на основі сукупності оцінок стабільності і пластичності в інтегрованому – рейтингу адаптивності сорту (РАС). Цей метод забезпечує більшу об'єктивність диференціації сортів, ніж модель регресійного аналізу за параметрами стабільності та пластичності ознаки. На думку авторів, цей метод можна успішно використовувати в селекції рослин і в сортовипробуваннях. Вони також розробили інтеграцію оцінок адаптивності сортів за всіма складовими продукційного процесу (зернової і вегетативної маси, якості зерна) як кінцевого результату реакції біологічних і морфоло-

гічних процесів, які супроводжують увесь онтогенез рослин. Це створює можливість відбору конкурентоспроможних сортів.

Трансгресивна мінливість відноситься до фактів проявлення при розщепленні гібридів таких гомозиготних організмів, які перевищують спектр мінливості батьківських форм і  $F_1$  у відношенні прояву одного або декількох ознак [126].

При такому визначенні не виділяються категорії ознак – якісних або кількісних. Із цього слідує, що трансгресивна мінливість є результатом широкого формування в гібридних популяціях за різними ознаками чи властивостями: морфологічним, фізіологічним, біохімічним й кількісним.

Частота і ступінь трансгресивної мінливості визначається за формулами Г. С. Воскресенської та В. І. Шпота. Метод виділення трансгресивних рослин із ранніх поколінь гібридів, який передбачає проводити сімбу гібридних популяцій і батьківських форм на невеликих ділянках в трьох-чотирьох кратній повторності і дозволяє на основі статистичних характеристик популяції і батьківських форм, максимально виключити помилки, пов'язаних з добором модифікації. До трансгресивних форм автори відносили ті гібридні рослини, у яких значення ознаки виходило за межі мінливості кращої батьківської форми в інтервалі двох стандартних відхилень. Повторними доборами і дослідженнями нащадків робили оцінку перспективності виділених ліній з точки зору здібності їх до вищеплення трансгресій.

Необхідно відмітити, що представлена методика дозволяє достатньо чітко проаналізувати селекційну цінність гібридних популяцій, але вона громіздка і при наявних великих об'ємів гібридних розсадників її тяжко використовувати.

У науковій літературі, присвяченій питанням еволюції органічного світу, представлено багато уваги проблемі виживанню морфобіотипів з значними відхиленнями «від норми», тому представлена інформація може послужити відправною точкою для розвитку теоретичних досліджень адаптивної здатності різних біотипів культурних рослин.

### **2.3 Екологічна і морфобіотична класифікація сортів пшениці м'якої озимої**

Пшениця м'яка озима посідає провідне місце серед продовольчих культур в Україні і світі. Продуктивність її зумовлюється перш за все генетичним потенціалом, який реалізується забезпеченням у період вегетації вологою, мінеральним живленням та умовами зовнішнього середовища [43].

Зміна сортового складу озимої пшениці в напрямі зменшення висоти рослин, підвищення продуктивної кущистості під впливом генетичних чинників супроводжується перебудовою морфо-анатомічної структури, фотосинтетичної діяльності різних морфобіотипів. Тому знання біологічних основ нових сортів і, відповідно, забезпечення їх необхідними факторами життєдіяльності становить основу раціонального використання сортових ресурсів пшениці озимої в справі підвищення виробництва зерна.

У формуванні високого врожаю пшениці озимої за сприятливих погодних умов і оптимальної густоти посіву внесок сорту становить 60–70%, а підвищення мінерального живлення (насамперед азотного) – 30–40%. Несприятливі умови можуть суттєво зменшити врожайність, але це залежить від екологічної стійкості генотипу [42].

На основі закону гомологічних рядів у спадковій мінливості, відкритого М. І. Вавіловим експериментально одержані нові типи рослин, які мають значну цінність для інтродукції і селекції. Використовуючи установлені видатним вченим закономірності у паралелізмі мінливості ознак, можна прогнозувати знаходження в природі раніше не відомих форм рослин, планувати їх одержання сучасними методами генетики і біотехнології та на основі їх поліпшувати вихідний селекційний матеріал.

Велика диференціація пшениці змушувала вчених шукати зручні методи або принципи класифікації. Існує метод ідентифікації форм рослин, які відрізняються візуально різними морфологічними і біологічними ознаками [15].

М. І. Вавілов у своїй монографії наводить більше 130 різних ознак пшениці. Цей перелік охоплює особливості будови і забарвлення колоса, зерна, вегетативних органів, а також фізіології росту і розвитку, стійкості проти хвороб, холодостійкості, посухостійкості тощо. Кожна ознака або властивість характеризується в аспекті розвитку у тих чи інших видів рослин. Така детальна схема спадкових мінливості дозволяє досить чітко ідентифікувати не лише види і різновидності пшениці, але й біотипний склад культури. Виявилось, що серед виду пшениці м'якої нараховується не менше 170 різних спадкових різновидів, які охоплюють морфологічні, анатомічні, фізіологічні та інші ознаки і властивості рослин.

З метою подальшого нарощування адаптивного і урожайного потенціалів пшениці необхідно в першу чергу накопичувати і використовувати у селекції інформацію з питань екологічної класифікації сортів пшениці [15].

Італійський дослідник Ацці зробив першу спробу екологічної класифікації пшениць. Він увів у характеристику сортів у географічному розрізі такі властивості як стійкість проти хвороб, високих і низьких температур, посухи, надмірної зволоженості та інших несприятливих чинників зовнішнього довкілля.

Є. Ф. Пальмова запропонувала оригінальну класифікацію пшениці, яка використовується селекціонерами, фізіологами та іншими дослідниками. Згідно цієї класифікації м'які пшениці групуються у чотири головні екотипи:

- 1) тип вологого клімату;
- 2) тип степовий;
- 3) тип пустинної або напівпустинної зони низовин;
- 4) тип поливних високогірних пшениць.

Загальною властивістю пшениць вологого клімату є велика вимогливість до вологи і тривалості фотоперіоду. У цьому екотипі виділяються наступні еколого-географічні групи сортів:

1. Західноєвропейська група озимої пшениці. Відрізняються чутливістю до повітряної і ґрунтової посухи, позитивно реагують на інтенсивну технологію (добрива, обробіток ґрунту, хімізахист). Потенційна продуктивність висока і сильно реагують на фотоперіод.
2. Середньоземноморська група озимих сортів пшениць. Відрізняються від попередньої групи меншою зимостійкістю і підвищеною вимогливістю тепла. Багато сортів цієї групи, особливості, які створені в останні два-три десятиліття, володіють значним урожайним потенціалом, який в певних межах можна використати на півдні України, особливо в умовах зрошення.
3. Центральноевропейська група – менш вимоглива, ніж середньоземноморські сорти до багатьох умов довкілля. Володіють порівняно високою зимостійкістю. Сильно розрізняються за продуктивністю, що зумовлено успіхами селекції і посухостійкістю. Якість зерна, як правило, не висока.
4. Пшениці Східної Азії. Це переважно озимі і напівозимі сорти. Відрізняються скоростиглістю і вимогливістю до тепла. Вони в основному низькорослі і є цінними компонентами для гібридизації з Європейськими сортами з метою використання інтенсивного типу наливу зерна.
5. Північні ярі скоростиглі сорти, до них відносяться в основному, сорти європейської частини Росії і Сибіру. Це найменш вимогливі до тепла пшениці, низьковрожайні.

Як видно, у наведеному еколого-географічному групуванні пшениць багато перехідних і проміжних типів. Це результат інтенсивної селекційної роботи, характерною особливістю якої є створення вихідного матеріалу шляхом залучення у гібридизацію форм зі значною генетичною дивергенцією [20].

Поряд з класифікацією пшениць за екологічними ознаками розроблені також принципи групування пшениць за морфологічними особливостями Ф. М. Куперман за таким принципом виділяє 10 основних типів пшениць, деякі з них мають 2–5 підтипів:

Перший морфологічний тип – це ультраскоростиглі і скоростиглі сорти ярої пшениці із північних районів Росії. Пшениці даного типу здатні проростати при низьких температурах (близько 0 °С). довжина вегетаційного періоду – 68–85 днів. Низьковрожайні.

Другий морфологічний тип – це середньостиглі сорти ярої пшениці, які поширені в зоні помірних широт. Це посухостійкі сорти. Тривалість вегетаційного періоду 80–105 днів. В умовах наростаючої довжини дня вони дуже швидко проходять перші етапи органогенезу, що впливає на зменшення фотосинтетичної активності. Вони порівняно витривалі до високої температури і дефіциту вологи у другій половині вегетації.

Третій морфологічний тип включає середньостиглі і середньопізні сорти м'якої ярої пшениці північно-західної екологічних груп. Тривалість вегетаційного періоду – 85–100 днів. Оптимальна вологозабезпеченість на 5–6 етапах органогенезу сприяє синхронному формуванню продуктивності колоса, а також фотосинтетичного апарату рослин. Знижені температури у період зерноутворення затримують ріст зернівки, через це вони формують невисоку масу 1000 зерен (28–30 гр), що, відповідно, знижує врожайність.

Четвертий морфологічний тип – це пізньостиглі сорти ярої пшениці західноєвропейської селекції. Довжина вегетаційного періоду – 120–130 днів. Це сорти з дуже чутливою реакцією на фотоперіод. Повільний розвиток за умов достатньої вологозабезпеченості рослин в період формування і наливу зерна зумовлює створення високої маси 1000 зерен (38–45 гр і більше), відповідно і врожайності.

П'ятий морфологічний тип охоплює середньопізні і пізньостиглі сорти західносибірської селекції. Довжина їх вегетаційного періоду 95–110 днів. У них інтенсивне кущіння, висока облиственність, крупний колос. Залежно від погодних умов, дозрівання завершується у кінці серпня. Достатньо врожайні.

Шостий морфофізіологічний тип – це переважно скоростиглі озими і ярі сорти пшениці, які сформувалися у Середній Азії – виділяються стійкістю проти ґрунтової і особливо повітряної посухи на різних етапах органогенезу.

Сьомий морфофізіологічний тип охоплює ярі пшениці, а також напівозимі форми (альтернативного типу). Це місцеві і селекційні сорти країн Середземномор'я, Грузії, Азербайджану та інших регіонів. Вони характеризуються відносно короткою першою стадією розвитку і середньою тривалістю наступних етапів. Сорти даного типу відрізняються високою потенціальною продуктивністю.

Восьмий морфофізіологічний тип – це численні сорти озимої пшениці, які сформувалися в умовах Півдня України, Молдови, Кавказу і ряду європейських країн з порівняно м'якими зимами, пізніми осінніми і зимовими строками сівби.

Ф. М. Куперман вважає, що дані сорти необхідно розподілити на два підтипи. До першого підтипу (південна степова група посушливої і напівпосушливої зони) відносяться, в основному, старі місцеві сорти, характерною особливістю яких є здатність проходити яровизацію у стані вегетуючих рослин при температурі +7...+12 °С. У сортів цього типу можуть формуватися багатоквіткові колоски з синхронним розвитком квіток. В умовах пізньої весни, швидкого підвищення тепла квітки у верхніх колосках колоса у багатьох сортах залишаються недорозвиненими і форма колоса у такі роки наближається до веретеновидної.

Здатність сортів першого (1) підтипу розвиватися при відносно високих температурах на перших етапах онтогенезу і різко прискорювати розвиток при подовженні фотоперіода зумовило високу пластичність цих сортів. Це, в свою чергу, визначило широке їх використання в якості компонентів гібридизації при створюванні багатьох сортів, які знайшли широке розповсюдження в багатьох країнах.



До восьмого морфофізіологічного типу, підтипу другому (2) відносяться і ряд нових високоврожайних сортів озимої м'якої пшениці, які одержані шляхом синтетичної селекції, з залученням до гібридизації віддалених форм.

Типовими представниками цього ряду сортів є відомі Безоста 1, Одеська 51, Обрій, Альбатрос одеський, Херсонська 86, Находка, Асканійська Берегиня, Перлина, Клариса, а також багато інших сортів Західної Європи. Ці сорти, а також інші, похідні від них, виділяються не тільки порівняно тривалими IV і V етапами органогенезу, але й значною інтенсивністю ростових процесів і синхронним формуванням метамерних органів на цих етапах, що забезпечує високу потенційну продуктивність.

Степовий тип сортів дуже різноманітний як за генетичним, еколого-географічним походженням, так і за біологічними особливостями його представників. В Україні за чисельністю генотипів він переважає інші екотипи. Озимі сорти м'якої пшениці поширювались у степових і лісостепових районах, ярі сорти вирощувались в основному на Сході і Північному Заході.

Степовий тип характеризується специфічними морфофізіологічними особливостями будови рослини і біології розвитку і ксерофільністю тканин, порівняно тонким стеблом, середньою кущистістю, невеликими розмірами листків.

В Україні відбулася еволюційна диференціація степового типу на два екотипи: власне степовий, або південно-степовий і лісостеповий. За останні майже 30–35 років у біотипній характеристиці сортів степового і лісостепового екотипів відбулися суттєві зміни. У результаті цілеспрямованої, інтенсивної селекційної роботи у сучасних сортів значно зменшилась довжина стебла, підвищилась продуктивність колоса. Озимі пшениці степового екотипу відрізняються середньою зимостійкістю, скоростиглістю, інтенсивним весняним відростанням. Короткостеблові сорти, які створені для інтенсивного землеробства (кращі попередники, зрошення, підвищені дози добрив) володіють високим урожайним потенціалом –

75–90 ц/га і вище. До таких сортів відносяться Одеська 132, Альбатрос одеський, Херсонська 86, Мрія Херсона, Херсонська остиста, Херсонська безоста, Асканійська, Асканійська Берегиня та інші. Проводиться інтенсивна робота по створенню сортів озимої пшениці універсального типу (Асканійська, Асканійська Берегиня) і альтернативного типу (Кларіса, Перлина), які за пізніх строків сівби (жовтень, листопад) формують урожайність на рівні оптимальних і вище [16; 101].

Дев'ятий морфофізіологічний тип включає численну поліморфну за рядом ознак групу озимих пшениць. Вони характеризуються тривалою стадією яровизації (до 85 днів) з підвищеною зимостійкістю. Типовим представниками сортів цього типу є Миронівська 808, Миронівська 264, Білоцерківська 198, Альбідум 114 та інші.

Десятий морфофізіологічний тип – це представники великої групи озимих пшениць, які вирощуються у Західній Європі сорти цього типу відносяться до північноросійської і західноєвропейської лісостепової і частково до лісної екологічної групи. У них тривалий період яровизації (65–70 днів). Сорти цього типу формують крупне зерно і достатньо високий врожай.

Морфологічна класифікація пшениць ще недостатньо досконала. Разом з тим вона вже зараз на основі аналізів тривалості етапів органогенезу і морфологічних ознак дозволяє робити оцінку сортам деяких важливих для селекціонерів та екологів властивостей – скоростиглості, посухостійкості, зимостійкості, стійкості до фітозахворювань, потенційної продуктивності та якості зерна.

## **ФІЗІОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ СТІЙКОСТІ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ДО АБІОТИЧНИХ І БІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Прогнози стосовно глобальних змін клімату під впливом природних та антропогенних чинників все частіше набувають певної реальності. Як зазначив академік В. В. Моргун [127], новим фактором, який останнім часом істотно впливає на рівень продуктивності рослин, стала глобальна зміна клімату.

На півдні України переважають роки з посушливими умовами у період літньої вегетації (60%), особливо часто негативно впливають на врожаї посухи в фазу формування зерна. Майже кожний другий рік (46%) характеризуються дефіцитом вологи в період оптимальних строків, що зумовлює проблему отримання своєчасних і дружних сходів. Впродовж семи років із сорока чотирьох мало місце поєднання весняної і літньої посухи, що зводить нанівець усі зусилля щодо отримання господарсько-цінного врожаю [12; 64].

Зміни клімату в бік потепління вимагають створення нових сортів озимої пшениці, стійких до дії широкого діапазону чинників навколишнього середовища (біотичного та абіотичного) [12]. Нерегульовані чинники як у період формування елементів продуктивності рослин, так і онтогенезу в цілому є причиною коливань урожайності. Поряд з оцінкою рівня врожайності сорту постає необхідність визначити характер його реакції на умови конкретного місця вирощування, тобто в процесі селекції контролювати формування не лише потенціал

продуктивності, але й адаптивних ознак, що сприяють його реалізації [128].

Біологізація процесів інтенсифікації рослинництва тісно пов'язана з підвищенням потенціалу, онтогенетичної адаптації сортів за рахунок селекції. У зв'язку з цим, в адаптивних селекційних програмах необхідно звертати більше уваги не тільки на ріст потенційної продуктивності рослин, але й на їх здатність протистояти дії абіотичних чинників. При цьому підвищення екологічної стійкості необхідно розглядати як одну із основних умов реалізації потенційної продуктивності в несприятливих умовах вирощування.

Підвищення кількості і якості врожаю в цілому визначається системою «генотип-середовище», від цього й необхідність комплексного підходу до формування селекційно-агротехнічних програм.

Реакції рослин на різні типи стресів можна розподілити на дві категорії: кількісну і якісну. Так, різні сорти і види пшениці у відповідь на однакову за характером дію стресового фактора у різній мірі, тобто кількісно, змінюють свої фізіологічні функції, хоч якісно ці зміни зберігають аналогічний характер. Ідентичність якісної сторони фізіологічних змін може свідчити про відсутність специфічної адаптації, а кількісні відмінності відображають реально існуючий різний рівень стійкості рослин через показники продуктивності та інших ознак, які визначають адаптивний і продуктивний потенціали.

Можливість адаптації рослин до стресів визначається механізмами потенційних даних, компенсаторних змін, захисних речовин тощо. Все це контролюється генотипом під впливом умов життєдіяльності у процесі онтогенетичних змін. Здатність до адаптації є основою адаптивного потенціалу виду чи сорту. Щоб спричинити суттєві зміни адаптаційного характеру у метаболізмі різних рослин необхідна наявність різного за силою впливу екстремальних чинників.

Однаковий за напруженістю стрес по-різному відображається на генотипах, існує різна, від типу залежна буферність рослин у зв'язку з тим, що генотипи володіють неоднаковою, так званою нормою реакції на умови довкілля, у тому числі і стресові. Різні сорти рослин розрізняються між собою за ступенем стійкості до екстремальних умов. Всім відома велика диференціація сортів пшениці за стійкістю до низьких негативних і високих позитивних температур, дефіциту вологи тощо. Разом з тим різні за стійкістю сорти реагують на конкретний стресовий чинник аналогічно, тобто однотипово і якісно однаково, але швидкість й амплітуда фізіологічних перебудов у них різна [16].

Одні і ті ж сорти можуть по-різному реагувати на різні несприятливі чинники довкілля. Нарівні з сортами які володіють однотиповим (високим чи низьким) рівнем стійкості до різних екстремальних факторів, є генотипи з високою стійкістю до одних зовнішніх несприятливих чинників і низькою – до інших. Це пов'язане з особливостями тих ґрунтово-кліматичних умов (еколого-географічних районів), де відбулось формування конкретних генотипів, тобто де відбулась макро- і мікроеволюція (селекція). Через це рослини можуть володіти значним генетичним потенціалом стійкості до одних екстремальних факторів (напр. морозів) і бути непристосованими до спекотного сухого клімату.

Різні механізми адаптації рослин до екстремальних умов можуть повністю реалізуватись уже на клітинному рівні і діяти на більш високих рівнях біологічної організації. Разом з тим на організмовому рівні вони доповнюються новими механізмами, які відображають взаємодію різних органів, у першу чергу – вегетативних і генеративних. У числі таких механізмів в організмі при стресових умовах чітко проявляється атригуюча здатність, конкурентні взаємовідношення і регенераційні процеси.

У системі адаптивної селекції особливу увагу необхідно приділяти пошукам відповідних генджерел, їх ідентифікації в результаті сортової агротехніки та спрямованого конструювання агроценозів і агроecosистем.

Знання реакції різних морфобіотипів на умови вирощування, характер прояву і взаємний зв'язок кількісних ознак служить основою для спрямованого використання цих генотипів у програмі адаптивної селекції озимої м'якої пшениці. Технологічні моделі сортів повинні бути адаптованими до різних рівнів інтенсифікації виробництва. Необхідна подальша адаптація їх агроприймів, маневрування строками сівби, нормами висіву тощо.

### **3.1 Вплив генетичних і агроecологічних факторів на зимо- і морозостійкість озимої м'якої пшениці**

Морозостійкість і стійкість рослин до різних коливань температури в зимово-весняний період – головні чинники зимостійкості озимої пшениці для більшості регіонів нашої країни. Поліпшення цих важливих ознак завжди було в центрі уваги селекціонерів і фізіологів, тому що повна реалізація спадкових біологічних і господарських ознак притаманна лише тим генотипам озимої пшениці, яким властива висока життєздатність рослин в період зимівлі [129].

Результати наукових досліджень свідчать про те, що успіх перезимівлі озимої пшениці насамперед визначаються ступенем її морозостійкості. Ступінь морозостійкості визначає також здатність рослин протистояти іншим несприятливим чинникам, які зумовлюють пошкодження рослин: притерта льодова кірка, випрівання тощо. Але зимостійкість й морозостійкість не є однозначними властивостями. Висока морозостійкість рослин не завжди характеризує високу її зимостійкість, але

рослини із слабкою морозостійкістю виявляються і менш зимостійкими [130].

Передумовою для проходження рослинами процесів загартування є припинення росту листків і коренів. У озимої пшениці здатність загартовуватися зумовлюється тривалою стадією яровизації, завершення якої припадає на період низьких температур, коли немає умов для активного росту. Установлено, що чим коротший день і нижча температура, тим повільніше протікають процеси яровизації, чим довше рослини перебувають в стадії яровизації, тим вищий ступінь їх озимості і зимостійкості [131]. Однак не завжди більш озимі сорти відзначаються високою морозостійкістю.

Науковими дослідженнями встановлено, що перехід рослин із стану росту в якісно новий загартований стан, коли різко уповільнюються всі метаболічні процеси у клітинах, відбувається протягом двох фаз. Перша з них протікає при температурах дещо вище 0 °С, а друга – дещо нижче 0 °С. Послідовне проходження фаз загартування спричинює ступінчасте підвищення морозостійкості.

Н. А. Федорова [131] наводить такий приклад: після першої фази загартування морозостійкість озимої пшениці підвищилась з -5 °С до -10 °С, а після другої, незалежно від сорту та стану рослин – до -10°...18 °С.

Таким чином, для загартування зелених рослин озимої пшениці при температурах близьких до 0 °С (перша фаза) протягом двох-чотирьох тижнів необхідно високої інтенсивності світла для накопичення у клітинах цукрів у процесі фотосинтезу. Максимально можлива морозостійкість набувається рослинами після другої фази, так званої температурної фази загартування, яка відбувається у рослин в замерзлому стані при мінусових температурах близько 0 °С.

На жаль, на даний час ще недостатньо розроблена методична сторона селекції озимої пшениці на тривалість морозостійкості зимою і способи запобігання зменшення стійкості в

період відлиг, а також швидкість і ступінь відновлення загартованого стану при поверненні морозів.

Захисна роль цукрів озимої пшениці полягає у тому, що вони збільшують концентрацію клітинного соку і зменшують масу внутріклітинного льоду і тим самим захищають колоїдну масу цитоплазми від коагуляції при низьких температурах. Але не існує абсолютної кореляції між кількісним накопиченням цукрів в клітинах рослин, у тому числі у вузлах кушіння і зимостійкістю сортів. Наприклад, для нормальної зимівлі рослин досить 28–30%, розчинних цукрів від сухої маси, але у такій групі зразків можуть знаходитися сорти високо- і середньостійкі [132].

Сорти з великою кількістю цукрів восени, але які швидко їх витрачають взимку, як правило, зимують гірше ніж генотипи зі стабільним балансом цих метаболітів. До таких сортів слід віднести Безоста 1, Одеська 162, Асканійська та інші.

Високий потенціал продуктивності сортів степового еко типу, у тому числі короткостеблових, зумовлений дуже важливою біологічною властивістю – здатністю інтенсивно використовуючи світло короткого дня, чим більше розвинута ця здатність у сучасних південних сортів озимої м'якої пшениці, тим вищим потенціалом продуктивності вони володіють [133].

Відомо, що морозостійкість контролюється генами, які локалізовані у багатьох хромосомах, але найбільший вплив мають хромосоми 5А, 7А, 2В, 4И, 4Д і 5Д. не виключено, що участь різних хромосом у генетичній детермінації морозостійкості змінюються залежно від режиму проморожування рослин [98].

Стійкість рослин за умов низьких температур (–15 °С і нижче) зумовлена в основному алельними наборами хромосом 5А, 2В, 4В, 5Д. У різних хромосом можливий неідентичний набір генів морозостійкості, який функціонує по-різному залежно від фази розвитку рослин і режимів проморожування. Так, гени, які визначають стійкість до морозу у фазу колеоп-



тиля, зчеплені з алелями озимості і локалізовані в одних сортів в хромосомі 5A, а інших – в хромосомі 2D. Хромосома 5A вміщує не тільки гени морозостійкості, але контролює також тип розвитку рослин і реакцію на яровизацію. Цим можна пояснити наявність у селекційно-генетичних дослідженнях фактів взаємозв'язку підвищеної морозостійкості з озимістю рослин.

Установлено, що генотипи з більш тривалим періодом яровизації у багатьох випадках володіють і більш високою морозо- і зимостійкістю. Цей зв'язок складний за своєю генетичною природою і до кінця ще не з'ясований, тривалість яровизації, тобто озимість визначається багатьма хромосомами, але поки не ясно якій із них належить ведуча роль. Властивості морозостійкості, озимості контролюються складними генетичними системами, які локалізовані в ідентичних і неідентичних хромосомах. Фактори морозостійкості не залежать від факторів озимого типу розвитку, але це не означає, що останні не мають впливу на морозостійкість. Адже відомо, що у процесі загартування рослин тривалість періоду яровизації має важливе фізіологічне значення для формування стійкості рослин до низьких температур. Це означає, що гени, які контролюють озимість, мають плейотропний вплив на морозостійкість [134].

Таким чином, велика кількість досліджень по з'ясуванню фізіологічної природи морозостійкості озимої пшениці свідчать, що рівень цієї адаптивної властивості у різних генотипів залежить від багатьох чинників: глибини спокою рослин, здатності низькотемпературної стійкості росту, здатності рослин до репарації пошкоджень після стресового впливу та ін. Фізіолого-генетичний аналіз чинників морозостійкості показав, що більшість сортів південно-степового екотипу, створених за останній період, характеризується меншою глибиною спокою, мають достатньо велику здатність до переохолодження, але характеризуються зниженою здатністю до репарації після морозів.

Ряд чинників довкілля мають константний і передбачений характер: довжина дня, спектральний склад світла, геохімічний склад ґрунту тощо. Ці фактори не підлягають управлінню людиною. Інші фактори доступні управлінню: це технологічні операції; густоти посіву, строки сівби, дози добрива. Але погодні фактори, які часто мають вирішальне значення у підготовці рослин до зимівлі, залишаються нерегульованими і важкопрогнозованими. За таких умов рослини повинні володіти своїми власними механізмами саморегуляції у відповідь на вплив багаточисленних чинників зовнішнього довкілля. Ці механізми виникли і закріпились у процесі еволюції і селекції, стали невід'ємними частинами генотипу рослин.

Перезимівля озимих культур є однією з найважливіших агрономічних проблем у виробництві зерна. Посіви пшениці озимої в зимовий період гинуть переважно від вимерзання через недостатній або повністю відсутній сніговий покрив, відлиги з різкими переходами до низьких температур [135; 136].

Основною причиною пошкодження сходів є те, що вільні молекули води між клітинами перетворюються на кристали льоду, а після відлиги такі рослини втрачають тургор, швидко жовтіють та сохнуть.

Морозо- і зимостійкість – складні фізіологічні стани озимих рослин, які формуються під час їх загартування та постійно змінюються залежно від їх віку і умов вирощування. Загартування у озимих культур відбувається у дві фази: I – за денної температури повітря близько 8–10 °С, а вночі – від 0 до 4 °С; II – за середньої температури від нуля до мінус 5 °С. Тривалість проходження першої і другої фаз загартування становить 20–25 днів [137].

До основних несприятливих факторів природного середовища, які впливають на перезимівлю рослин пшениці озимої належать: вимерзання, випирання, випрівання, льодова кірка, ґрунтова зимова посуха, пилові бурі вимокання [138].

Вимерзання належить до найпоширеніших несприятливих явищ, які виникають у холодну пору року, і спричиняє пошкодження зимуючих рослин низькими температурами. Вимерзання рослин пшениці озимої відбувається за критичних мінусових температур (14–17 °C) ґрунту на глибині залягання вузла кущення, особливо за умов слабого загартовування або відразу після відлиги, що призводить до загибелі рослин. До заходів боротьби з вимерзанням належить: використання високо- та середньоморозостійких сортів, оптимальні строки сівби, снігозатримання [138].

Випирання найчастіше спостерігається через різкі перепади температур, або коли озимі зернові висівають у щойно зораний, пухкий ґрунт, особливо після непарових попередників. Узимку в порожнинах ґрунту утворюється лід, унаслідок цього ґрунт піднімається, обриваючи корені рослин. Важливу роль у боротьбі з цим явищем відіграє коткування посівів кільчасто-шпоровими котками, що відновлює контакт рослин із ґрунтом і вони краще вкорінюються.

Випрівання відбувається через тривале перебування рослин під шаром снігу (понад 30 см), який випав на непромерзлий ґрунт, або коли сніг тривалий час не сходить, а ґрунт уже відтанув знизу, що може призвести до вуглеводного виснаження, розкладення органічних речовин та ураження рослин грибними (снігова пліснява) і бактеріальними хворобами. Причиною випрівання є те, що сніг – поганий провідник тепла й холоду, і через це під потужним сніговим покривом на поверхні ґрунту упродовж зими підтримується температура, близька до 0 °C і вище. Через це рослини втрачають запаси поживних речовин. За температури близько 0 °C запасних поживних речовин рослині може вистачати на два-три місяці, а за 5 °C – усього на місяць-півтора. Таке явище частіше відбувається на посівах озимих зернових культур північних регіонів нашої країни. Оптимальні строки сівби та норми висіву насіння є основними заходами, які попереджують випрівання.

Якщо сніг випадає на незамерзлий ґрунт, його ущільнюють котками для прискорення промерзання ґрунту і припинення росту рослин [138].

Льодова кірка може бути небезпечною лише за тривалого перебування на поверхні поля, бо здатна спричинити випрівання. Притерта кірка з'являється у разі тривалих відлиг і наступних заморозків, коли на поверхні посіву спочатку замерзає шар води, який потім ще й поступово вмерзає в ґрунт. Така кірка не лише пошкоджує рослини фізично, а й спричинює їхнє швидке вимерзання, а також призводить до порушення газообміну рослин [139].

Ґрунтова зимова посуха – це значне висушування ґрунту, яке призводить до недостатнього забезпечення рослин водою. Таке явище частіше спостерігається у малосніжні або безсніжні морозні зими, коли ґрунт мерзлий, а перебування рослин на сонці і вітрі супроводжується їхнім обезводненням, що й може призвести до часткової або повної загибелі рослин. Інколи ґрунтову зимову посуху можна спостерігати і в аномально теплі зими, як це було в зимовий період 2019/2020 рр. Заходи боротьби: зрошення, лісозахисні смуги, впровадження парів, використання високопосухостійких сортів [138].

Пилові бурі – це перенесення сильним вітром великої кількості пилу (або піску) внаслідок видування й розвіювання повітряними течіями поверхневих шарів ґрунту, що призводить до випадання рослин. Взимку цьому сприяють ще й відсутність снігового покриву, слабка цементация ґрунту і його неглибоке промерзання. Найчастіше таке явище спостерігається в південних областях [138].

Вимокання – це тривале затоплення озимини талими або дощовими водами, яке спричиняє загибель рослин. Найчастіше воно буває навесні, коли в замкнутих долинах й улоговинах збирається вода, яка покриває озимі культури. При цьому швидше гинуть від вимокання посіви, пошкоджені морозами. Досі немає єдиної думки щодо причин загибелі рослин через

тривале перебування їх під водою. Одні вчені вважають, що такою причиною є порушення газообміну і нестача кисню, інші – порушення живлення і нестача вуглекислоти. Безумовно, що зазначені причини відіграють певну роль, але вимокання озимини багато в чому залежить і від тривалості періоду затоплення рослин, температури води, типу ґрунту, стану рослин перед затопленням тощо. Заходи боротьби: нарізання борозен, викопування водовідвідних каналів і колодязів для спуску талих вод у можливих місцях їхнього скупчення [138; 140].

У ХХ ст. в Україні загибель пшениці озимої в Україні відмічалась 26 років, а часткова загибель спостерігається один раз на півтора роки.

У ХХІ ст. несприятливими для перезимівлі озимих зернових культур були 2003 р. та 2012 р., що призвело до зниження врожайності зерна і навіть до повної загибелі посівів [138].

В таблиці 3.1 наведено ступінь зниження середньої врожайності пшениці озимої по регіонах України у несприятливі для перезимівлі роки (2003, 2012) порівняно зі сприятливими (2004, 2013).

**Таблиця 3.1 – Ступінь зниження врожайності пшениці озимої у несприятливі для перезимівлі роки (2003, 2012) порівняно зі сприятливими (2004, 2013), %**

Регіони	2003	2004	Ступінь зниження врожайності, %	2012	2013	Ступінь зниження врожайності, %
1	2	3	4	5	6	7
Республіка Крим	1,51	2,26	-33,2	1,52	1,45	+4,8
Вінницька	1,35	3,19	-57,7	3,90	4,28	-8,9
Волинська	2,53	3,29	-23,1	3,36	3,60	-6,7
Дніпропетровська	0,80	3,58	-77,7	1,66	3,35	-50,4
Донецька	1,07	3,20	-66,6	2,27	3,19	-28,8

НАУКОВІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ  
НА АГРОЕКОЛОГІЧНУ АДАПТИВНІСТЬ

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7
Житомирська	1,42	2,72	-47,8	3,29	3,06	+7,5
Закарпатська	2,87	3,89	-26,2	3,06	3,21	-4,7
Запорізька	0,94	3,10	-69,7	1,75	2,61	-33,0
Івано- Франківська	2,10	3,05	-31,1	3,67	3,48	+5,5
Київська	2,20	3,62	-39,2	4,39	4,41	-0,5
Кіровоградська	0,75	3,77	-79,9	2,79	4,12	-32,3
Луганська	1,54	2,50	-38,4	2,69	2,35	+14,5
Львівська	2,36	2,92	-19,2	3,57	3,61	-1,1
Миколаївська	0,60	3,35	-82,1	1,73	3,01	-42,5
Одеська	0,64	3,47	-81,6	1,94	3,23	-39,9
Полтавська	1,09	3,23	-66,3	3,17	4,52	-29,9
Рівненська	1,95	3,09	-36,9	3,60	3,30	+9,1
Сумська	1,37	2,97	-53,9	3,54	4,35	-18,6
Тернопільська	1,82	2,86	-63,6	3,72	3,50	+6,3
Харківська	1,26	3,20	-39,4	2,90	4,33	-33,0
Херсонська	0,62	2,98	-79,2	1,57	2,02	-22,3
Хмельницька	1,73	2,98	-41,9	4,01	3,89	+3,1
Черкаська	1,35	3,69	-63,4	4,36	5,12	-14,8
Чернівецька	1,15	2,63	-56,3	3,72	3,40	+9,4
Чернігівська	1,50	2,96	-49,3	3,58	3,70	-3,2
<b>Україна</b>	<b>1,47</b>	<b>3,17</b>	<b>-53,6</b>	<b>2,80</b>	<b>3,39</b>	<b>-17,4</b>

Найбільший вплив на формування врожайності зерна пшениці озимої мали несприятливі погодні умови зимового періоду 2003 року. В середньому по Україні було отримано урожайність зерна лише 1,47 т/га, тоді як у сприятливому 2004 р. – 3,17 т/га, ступінь зниження врожайності зерна при цьому становила 53,6%.

У Миколаївській та Одеській областях зафіксовано найвищий відсоток зниження врожайності (81,6–82,1%) у 2003 р. у

порівнянні зі сприятливим за погодними умовами зимового періоду 2004 р. Менший вплив несприятливих умов перезимівлі 2003 р. на врожайність зерна пшениці озимої спостерігався у Львівській (19,2%), Волинській (23,1%) та Закарпатській (26,2%) областях [138].

Тривала осіння посуха, раннє припинення осінньої вегетації та низькі температури в лютому місяці 2011/2012 сільськогосподарського року негативно вплинули на зимостійкість та формування врожайності зерна рослин пшениці озимої в ряді областей переважно південного та центрального регіонів. Ступінь зниження врожайності зерна коливався від 22,3% (Херсонська область) до 50,4% (Дніпропетровська область).

Одним із методів підвищення зимо- та морозостійкості рослин пшениці озимої вважають їх загартовування. Але, як показує практика перезимівля озимих не завжди залежить від осіннього загартування і не може бути спрогнозована. Так, видатним агрометеорологом Яковлевим М. М. проаналізовано 58 випадків на території колишнього СРСР, коли при доброму загартовуванні рослин відбувалася загибель пшениці озимої. Тому як бачимо, що проблема перезимівлі та розробка і широке впровадження заходів, спрямованих на підвищення морозостійкості та зимостійкості пшениці озимої є актуальним і вкрай необхідним.

Основним і вирішальним фактором підвищення зимостійкості рослин є сорт. Більшість сучасних українських сортів значно поступаються за морозо- та зимостійкістю перед відомими сортами (Зенітка, Гостіанум 237, Одеська 3, Одеська 12, Одеська 16, Миронівська 808), створеними у 20-40 рр. минулого століття.

Інформація про зимостійкість та морозостійкість кожного зареєстрованого сорту пшениці озимої міститься в Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні та в Інформаційно-довідковій системі «Сорт» [142; 143].

У таблиці 3.2 представлено зимо- та морозостійкість українських та іноземних сортів пшениці м'якої озимої.

**Таблиця 3.2 – Зимо- та морозостійкість сортів пшениці озимої під час державного сортовипробування, бал**

№ з/п	Сорти	Власник сорту	Морозостійкість, за проморожування	Зимостійкість, польова оцінка
1	2	3	4	5
1	Благодарка одеська	СГІ – НЦНС НААН	7,0	8,0
2	Антонівка		7,0	8,8
3	Версія одеська		6,5	8,0
4	Відповідь одеська		7,0	8,0
5	Ліга одеська		7,0	8,4
6	Мудрість одеська		7,0	7,6
7	Родзинка одеська		7,5	8,3
8	Дума одеська		6,5	8,4
9	Катруся одеська		7,5	8,3
10	Зиск		6,5	7,7
<b>Всього</b>			<b>7,0</b>	<b>8,2</b>
1	Шестопалівка	ФГ «Бор»	7,0	8,6
2	Озерна		6,5	8,5
3	Сталева		6,5	8,4
4	Шестизерна		7,0	8,0
5	Крепиш		6,8	8,0
6	Очаковка		7,0	8,0
7	Тайра		7,0	8,5
8	Магнітка		7,0	8,0
9	Шестал		6,0	8,0
10	Магістраль		7,0	7,8
<b>Всього</b>			<b>6,8</b>	<b>8,2</b>



III. Фізіолого-генетичні аспекти стійкості рослин пшениці озимої до абіотичних і біотичних факторів зовнішнього середовища

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
1	Подоянка	Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла НААН	7,0	8,8
2	Наталка		7,0	7,5
3	Трудівниця миронівська		8,0	8,8
4	МІП Вишиванка		7,5	8,2
5	МІП Ассоль		8,0	9,0
6	МІП Валенсія		5,0	8,5
7	МІП Княжна		6,5	8,6
8	Смуглянка		7,0	8,3
9	Берегиня миронівська		6,0	8,5
10	МІП Ювілейна		6,5	8,0
<b>Середнє</b>			<b>6,9</b>	<b>8,4</b>
1	Кошова	Інститут зрошуваного землеробства НААН	7,5	9,0
2	Марія		6,5	8,2
3	Анатолія		5,5	8,2
4	Овідій		7,0	8,0
5	Кохана		5,5	7,0
6	Ледя		7,5	8,2
7	Херсонська 99		6,0	7,0
8	Херсонська фортеця		6,8	8,0
9	Аквілегія		6,8	8,0
10	Соборна		5,5	8,0
<b>Середнє</b>			<b>6,5</b>	<b>8,0</b>
1	Диво	Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН	8,3	9,0
2	Краса ланів		8,3	9,0
3	Здобна		8,0	8,3
4	Патріотка		8,0	8,4
5	Принада		6,5	8,5
6	Запашна		7,0	8,0
7	Мавка ІР		7,0	9,0

НАУКОВІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ  
НА АГРОЕКОЛОГІЧНУ АДАПТИВНІСТЬ

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
8	Вигадка		7,0	9,0
9	Проня		5,0	8,0
10	Мазурок		6,0	9,0
<b>Середнє</b>			<b>7,1</b>	<b>8,6</b>
1	Відрада	Білоцерківська ДСС ПЦБ НААН	8,5	9,0
2	Легенда білоцерківська		7,0	7,6
3	Квітка полів		8,3	9,0
4	Либідь		7,0	8,5
5	Муза білоцерківська		7,0	8,2
6	Зорепад білоцерківський		7,5	8,1
7	Розумниця		7,0	8,0
8	Зоря ланів		5,0	8,0
9	Рось		8,0	9,0
10	Водограй білоцерківський		7,0	8,1
<b>Середнє</b>		<b>7,2</b>	<b>8,4</b>	
1	Щедрівка київська	ННЦ «Інститут землеробства» НААН	7,0	8,4
2	Романівна		7,5	8,4
3	Кесарія поліська		9,0	8,2
4	Пам'яті Гірка		6,5	8,1
5	Краєвид		6,0	7,3
6	Фортеця поліська		6,3	8,0
7	Престижна		7,0	8,4
8	Водограй		6,0	8,3
9	Аналог		6,5	8,2
10	Пирятинка		6,5	8,0
<b>Середнє</b>		<b>6,8</b>	<b>8,1</b>	
1	НС Футура	Іноземна селекція	5,0	7,8
2	Румор		7,5	8,4
3	Фаустус		5,0	8,2

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
4	Атлон		5,0	8,2
5	Андрада		5,5	8,0
6	Катаріна		2,0	8,0
7	Центуріон		4,0	8,0
8	ПОНТІКУС		4,0	7,9
9	Глаукус		4,0	7,0
10	Фелікс		4,0	8,3
<b>Середнє</b>			<b>4,6</b>	<b>8,0</b>

Ця характеристика сортів інколи може бути не зовсім достовірною, оскільки років випробувань часто є не достатнім для вивчення зимостійкості та інших господарсько-біологічних показників. Адже не кожного року трапляються несприятливі погодні умови, у тому числі в зимовий період.

З таблиці 2 видно, що морозостійкість усіх досліджуваних сортів пшениці озимої є нижчою за зимостійкість. Це можна пояснити тим, що морозостійкість сортів визначають під час державного сорто випробування у штучно створених умовах методом проморожування, а зимостійкість перевіряють у польових умовах упродовж трьох років [142]. І саме в ці роки випробування сортів на придатність до поширення рідко буває суворя зима, тому це не дає достовірно надати характеристику, тому чи іншому сорту, і потребує додаткових випробувань.

Серед сортів пшениці озимої слід відмітити – Оранта одеська, Житниця одеська, Оптима одеська, Родзинка одеська, Кругозір, Грація одеська, Кошова, Марія, Диво, Краса ланів, Легенда білоцерківська, Відрада, Квітка полів, Кесарія поліська, які мають підвищену та високу морозостійкість.

Сорт пшениці м'якої озимої Подолянка, який став національним стандартом України для усіх ґрунтово-кліматичних зон, має вище середню морозостійкість (7 балів), і здатний витримувати до мінус 17,5 °С. Дуже низьку групу морозостій-

кості (2 бали) має сорт Катаріна, критична температура виме-рзання якого мінус 14 °С.

Відомо, що строки сівби та норма висіву насіння мають визначальне значення у формуванні морозо- і зимостійкості та формуванні оптимальної густоти рослин на 1 м<sup>2</sup> пшениці озимої. Вченими доведено, що оптимальні строки сівби пшениці озимої настають тоді, коли рослини від сходів до припинення осінньої вегетації проходять, але не закінчують стадію яровизації, що сприяє добрій морозостійкості рослин на глибині залягання вузла кушення до -20 °С і нижче. За пізнього припинення вегетації та ранніх строків сівби, стадія яровизації може закінчитися і тоді стійкість рослин пшениці до низьких температур знижується до -12 ... -16 °С.

Зима 2020/2021 року була не дуже сприятливою за погодними умовами в різних областях України. У II декаді січня відбувся різкий перехід від плюсових до мінусових температур. Середня температура за декаду становила від -8,1 °С (м. Миколаїв) до -11,4 °С (м. Суми) (табл. 3.3). В окремі дні температура повітря опускалася від -19,9 °С до -24,1 °С, що могло позначитися на перезимівлі озимих зернових культур, у тому числі і пшениці озимої.

У II декаді лютого в Україні спостерігався стійкий зимовий режим погоди. Середня обласна за декаду температура повітря у більшості областей виявилася на 1,6-4 °С нижчою за норму і становила від -3 °С до -9 °С. Поверхня ґрунту або снігу на переважній частині території країни охолоджувалася до -26 ... -31 °С, у Київській, Чернігівській та Черкаській областях - до -32 ... -34 °С, у південних, східних, Чернівецькій, Івано-Франківській та Закарпатській областях - до -19 ... -25 °С. Станом на 20 лютого на більшій частині території країни висота снігового покриву досягала 11-39 см.

Завдяки тому, що озимі культури в цей несприятливий для перезимівлі період знаходилися у стані зимового спокою та завдяки утворенню надійного снігового покриву на полях

Таблиця 3.3 – Температурний режим перезимівлі пшениці озимої у 2021 р. за даними архіву погоди сайту [gr5.ua](http://gr5.ua), °С

Місто	Місяць	Середньомісячна температура						Максимальна			Мінімальна		
		I дек	II дек	III дек	Середнє	I дек	II дек	III дек	I дек	II дек	III дек		
Миколаїв	Січень	+3,4	-8,1	+9,7	-0,4	+11,7	+1,2	6,7	-2,4	-19,9	-5,5		
	Лютий	+0,8	-5,9	+1,8	-1,7	+8,9	+8,6	+10,6	-5,9	-17,8	-3,0		
Кропивницький	Січень	+2,2	-8,6	+2,5	-0,8	+8,0	+1,0	+10,0	-4,0	-20,0	-10,0		
	Лютий	-0,9	-7,6	-0,5	-3,6	+8,0	+7,0	+6,0	-10,0	-20,0	-6,0		
Харків	Січень	+0,8	-8,5	+7,0	-2,3	+6,0	0,0	+10,0	-2,0	-22,0	-22,0		
	Лютий	-3,0	-8,9	-4,9	-5,6	+6,0	+5,0	+3,0	-15,0	-20,0	-14,0		
Київ	Січень	+1,5	-9,6	-0,2	-2,5	+9,0	0,0	+8,0	-2,0	-22,0	-11,0		
	Лютий	-6,1	-9,5	+1,2	-6,2	+5,0	0,0	+10,0	-15,0	-22,0	-4,0		
Вінниця	Січень	-2,2	-8,5	+0,1	-2,2	+7,0	0,0	+7,0	-18,0	-20,0	-6,0		
	Лютий	-3,9	-2,0	+2,7	-4,3	+5,0	0,0	+11,0	-12,0	-18,0	-5,0		
Дніпро	Січень	+1,9	-9,2	+7,0	-1,7	+7,0	0,0	+7,0	-5,0	-21,0	-19,0		
	Лютий	-0,7	-8,1	-3,1	-4,1	+9,0	+6,0	+4,0	-12,0	-19,0	-10,0		
Суми	Січень	+0,1	-11,4	-0,5	-3,8	+3,5	+0,4	+7,3	-2,1	-24,1	-20,2		
	Лютий	-6,8	-8,1	-11,8	-8,3	+9,0	+1,6	+2,0	-19,1	-19,0	-21,2		

більшості областей України, посіви пшениці озимої знаходяться у задовільному стані.

Суттєвої загрози вимерзання посівів не виникало. Вимерзання рослин пшениці озимої могла б виникнути у посівах дуже ранніх строків сівби, з відсутнім або дуже слабким сніговим покривом, особливо у рослин сортів, які мають нижчу за середню стійкість до понижених температур. За даними Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, такими сортами є: Катаріна, КАРМІНА, НС Футура, ПОНТІКУС, ТАХЕЛЕС, Гаудіо, РЕБЕЛЛ, КВС Джерсі, Леммі, РОЛАНД, Фелікс, ФАГУС, Джудіта [143].

На думку сучасних вчених ще не повністю з'ясовано і науково обґрунтовано, які саме фактори забезпечують оптимальні умови для росту й розвитку рослин та формування достатнього рівня зимостійкості пшениці озимої на початкових етапах органогенезу. Більшість вчених вважають, що строки сівби мають визначальне значення в морозо- й зимостійкості пшениці озимої. Більшість вчених [144–146] доводять, що рослини пшениці озимої оптимальних та пізніх строків сівби є більш зимостійкими, ніж рослини ранніх строків.

Більшістю вчених доведено, що зимо- й морозостійкість пшениці озимої може підвищуватися і бути високою до тих пір, поки рослини знаходяться на стадії яровизації. Тому зимостійкість і стадія яровизації нерозривно пов'язані. Знаючи особливості стадії яровизації сорту, можна впевнено говорити про його здатність бути стійким до морозу [44].

Високу зимостійкість мають ті стебла, які до часу припинення вегетації пройшли стадію яровизації і не встигли зістаритись. Тому дуже рання і занадто пізня сівба порушує процес яровизації і, як результат, несприятливо впливає на зимостійкість та врожайність. Але, на сьогодні змінилося покоління сортів, які мають коротший період яровизації (25–35 діб), а також змінюється клімат, припинення осінньої вегетації стається все пізніше з частими відлигами, що дає змогу рослинам пізніх строків сівби пройти яровизацію.

Сорти з яровизаційною потребою до 30 діб не мають високу зимостійкість, а сорти з довшим періодом яровизації (понад 40 діб) є більш зимостійкими. Такими є сорти Подолян-ка, Смуглянка, Золотоколоса, Хуртовина, Богдана, Достаток, Кантата одеська, Родзинка одеська, яровизаційна потреба яких становить 50 діб.

Переважна більшість сучасних сортів пшениці озимої (Шестопалівка, Шпалівка, Оранта одеська, Мелодія одеська) потребують короткотривалої яровизації від 10 до 30 діб. Меншій кількості сортів необхідна яровизація впродовж 30–40 діб. Зокрема, відомий сорт пшениці м'якої озимої Альбатрос одеський має період яровизації – 35 діб [146].

### **3.2 Вплив строків сівби і часу відновлення весняної вегетації на мінливість господарсько-корисних ознак у різних генотипів пшениці озимої**

Вирішення проблеми перезимівлі озимої пшениці часто бувають суперечливі, що можна пояснити недостатнім знанням зв'язку, між метеорологічними чинниками, ростом рослин і їх реакцією на конкретні умови вирощування [133].

Дослідженням оптимальних строків сівби озимої пшениці в плані перезимівлі займалися багато вчених [147–149], які дійшли до висновку, що оптимальні календарні строки сівби не завжди збігаються в різні роки зі строками, які забезпечують рослинам високу зимостійкість.

Установлено [16], що між стійкістю рослин при різних строках сівби і морозо- і зимостійкістю пряма залежність відсутня. Відмінний розвиток і ріст рослин в осінній період не може бути надійним показником їх високої стійкості і продуктивності. Крім цього, рослинам від ранніх посівів, тобто більш старих за віком, властива знижена морозостійкість у порівнянні з морозостійкістю рослин від оптимальних і пізніх посівів. Рослини,

які тривалий час розвиваються при високих температурах, мають високу ступінь диференціації конуса наростання і погано загартовуються.

Рослини озимої пшениці чітко розрізняються етапами органогенезу і розмірами конуса наростання у пізньо-осінній період, а також в період весняного відростання. У найбільшій мірі пошкоджуються морозами сорти і посіви у яких рослини знаходяться на III етапі органогенезу, а найбільш стійкими до низьких температур є рослини на II етапі.

Результати досліджень строків сівби на зимостійкість у більшості науковців [150; 151] однотипові у тому, що рослини ранніх строків сівби мали меншу зимостійкість у зв'язку з переростом рослин восени і поганим їх загартуванням. Крім цього, посіви ранніх строків менш стійкі до шкідників і фітопатогенів, що негативно впливало на умови зимівлі.

Таким чином, у комплексі агротехнічних заходів вирощування високих і стабільних урожаїв зерна озимої м'якої пшениці належить сівбі її в межах оптимальних строків сівби, який належить до чинників, які не можливо замінити або компенсувати іншими, наприклад, внесення добрив чи застосування пестицидів та ін. Він безпосередньо впливає на морозота зимостійкість рослин на стійкість до вилягання і, відповідно, на рівень зернової продуктивності та показників якості зерна.

Більшість вчених вважають, що строки сівби мають істотний вплив на зимостійкість і морозостійкість рослин, проте залежність цих ознак від густоти стояння рослин має діаметрально протилежний погляд. Так, дослідженнями визначено, що розрідженні посіви озимої пшениці характеризувались підвищенням відсотка перезимівлі рослин на 14–15%, порівняно з загущеними посівами. У той же час відмічено, що такі посіви менш зимостійкі у зв'язку з тим, що у вузлах куціння рослин значно більше води, ніж при загущеному посіві, і це забезпечує більший відсоток загибелі рослин у цих посівах [152].



Результати вегетаційних досліджень показали, що кращі умови для формування морозостійкості рослин пшениці озимої створюються за оптимальної вологості ґрунту в осінній період (60% НВ). З підвищенням її до 80% і, особливо, із зниженням до 40% від неповної вологоємності ґрунту у рослин формується менша морозостійкість.

У зоні недостатнього і нестійкого зволоження основний чинник для визначення строків сівби це наявність вологи в ґрунті, за цих умов можна допускати сівбу на 3–5 діб до початку або після оптимальних строків за умови, якщо є впевненість в тому, що будуть оптимальні сходи [16; 37].

Подовження періоду сівба-сходи (I–II етапи органогенезу) негативно впливає на загальний розвиток і перезимівлю рослин. Тривалість цього періоду збільшується за сівби в пізні строки, кушіння зазвичай настає в середньому, через 22–25 днів після появи сходів [43; 153].

У південному Степу України переважають роки з посушливими умовами і дефіцитом ґрунтової вологи в період оптимальних строків сівби, тому майже неможливо отримати повноцінні сходи щорічно. Через це виникає необхідність сівби пшениці в пізні строки, тобто після випадіння агрономічно суттєвих опадів, у результаті цього виникає необхідність у сортах придатних до пізньої сівби [67; 154].

На півдні України поряд з відносно м'якими зимами бувають умови зі стресовими факторами. Від несприятливих чинників, в основному від сильних морозів у листопаді 2011 р. і в січні 2012 р., істотно постраждали практично всі рослини сортів озимої пшениці. Наявність таких умов дала змогу провести оцінку адаптивних особливостей сортів озимої пшениці. Відомо декілька методів такої оцінки, з яких ми обрали визначення фенотипової стабільності в мінливих умовах навколишнього довкілля, яка дає можливість зробити оцінку як специфічної, так і загальної адаптивності (табл. 3.4).

**Таблиця 3.4 – Зимостійкість і показники фенотипової стабільності у різних сортів озимої пшениці (2011/12 рр., 2017/18 рр.)**

Сорт	Зимостійкість, % живих рослин		Показник фенотипової стабільності SE = HE/LE		
	зрошення	без зрошення	зрошення	без зрошення	
Дріада 1	94,6/64,5	96,1/58,1	1,48	1,65	0,89
Херсонська безоста	96,8/60,8	95,9/54,5	1,59	1,76	0,90
Херсонська 99	98,6/64,4	98,1/54,6	1,53	1,80	0,85
Овідій	82,8/38,6	80,4/31,4	2,14	2,56	0,83
Кірена	96,6/66,5	98,1/60,1	1,49	1,65	0,88
Ярославна	98,0/68,9	96,8/54,1	1,42	1,78	0,80
Асканійська	90,6/52,0	92,0/48,3	1,76	1,92	0,88
Куяльник	91,6/68,4	96,1/52,8	1,34	1,82	0,74
Одеська 162	84,8/48,1	68,1/32,1	1,76	2,74	0,64
Альбатрос одеський	98,6/64,4	98,1/54,6	1,53	1,80	0,85

Примітки: 1. Чисельник 2017/18 р. – сприятливий рік; 2. Знаменник 2011/12 р. – несприятливий рік; 3. SE – фенотипова стабільність; HE і LE – відповідно високе і низьке значення ознаки в мінливих умовах

Як видно з таблиці 3.4 сорти озимої пшениці різняться за ознаками зимостійкості в екстремальних умовах вирощування і вираженості фенотипової стабільності. Найбільш високу зимостійкість при зрошенні показали сорти Асканійська, Дріада 1, Херсонська безоста, Кірена, Ярославна, Херсонська 99 за сприятливих умов 90,6–98,6% і відповідно 52,0–68,9% у несприятливий рік.

На незрошуваних землях абсолютні показники зимостійкості у сприятливий рік були на рівні показників, що були одержані при зрошенні, а в несприятливий рік були дещо меншими 48,13–60,1%.

Найбільш високу фенотипову стабільність у пристосуванні до несприятливих умов зимівлі, як в умовах зрошення ( $SE = 1,42-1,59$ ), так і без зрошення ( $SE = 1,60-1,78$ ) відмічено у сортів, які показали і високу абсолютну зимостійкість. Цікавість викликає сорт озимої пшениці Асканійська, який при дещо меншій зимостійкості в несприятливий рік характеризується високою стабільністю в співвідношенні зрошення/без зрошення, на рівні більш зимостійких сортів (0,88–0,90).

За даними досліджень академіка С. Лифенка та ін. [155] сорти напівкарликового і короткостеблового типу здатні добре переносити негативні умови перезимівлі за рахунок більш глибокого закладення вузла кущіння. Рослини цих сортів мають коротке перше міжвузля (епікотиль), що призводить до більшого заглиблення вузла кущіння на 1,5–2,0 см, порівняно з глибиною його закладення у високо- та середньорослих сортів.

У зв'язку з цим, за однакової фізіологічної морозостійкості зимостійкість у деяких напівкарликових сортів (Одеська напівкарликова) може бути вищою, ніж у середньорослих і низькорослих сортів [156].

Поряд з цим позитивним явищем у низькорослих сортів спостерігається укорочення колеоптиля, що служить однією з причин зниження польових сходів насіння, особливо при утворенні ґрунтової кірки при зрошенні та тяжких, схильних до заплывання ґрунтах (табл. 3.5).

Результати наших досліджень показали, що довжина колеоптиля була дійсно дещо меншою у низькорослих рослин, але це не є характерним для всіх низькорослих сортів озимої пшениці. Так, у сортів Асканійська, Асканійська Берегиня, Херсонська 86, Перлина вона була на рівні середньорослих сортів. У напівкарликового сорта пшениці (Одеська напівкарликова) польова схожість насіння була меншою, як і довжина колеоптиля порівняно з іншими морфобіотипами.

Таким чином, фактор стабілізації і підвищення врожайності продовольчого зерна з добрими показниками якості в сучасних

**Таблиця 3.5 – Характер прояву зимостійкості і схожості насіння у різних сортів озимої пшениці залежно від морфоструктурних ознак (2018–21 рр.)**

Сорт	Висота рослин, см	Довжина колеоптиля, см	Зимостійкість, %	Схожість, %	
				лабораторна	польова
Дріада 1	106,8	7,6	91,4	98,0	98,4
Ярославна	104,9	7,4	92,4	98,0	96,6
Кірена	105,6	7,5	92,8	96,0	93,4
Херсонська остиста	96,8	7,4	91,4	95,4	90,2
Херсонська 99	94,6	7,4	92,9	94,8	86,4
Херсонська 86	87,4	6,8	89,9	96,4	87,8
Одеська 162	91,8	6,8	91,4	98,4	80,1
Асканійська	90,2	6,8	91,6	98,4	90,2
Асканійська Берегиня	92,8	7,2	94,8	98,0	90,4
Перлина	89,4	6,9	92,6	96,0	90,8
Альбатрос одеський	96,8	7,6	90,8	96,1	88,1
Одеська напівкарликова	76,9	4,9	93,4	95,0	72,4

умовах можливе лише при впровадженні нових високопродуктивних конкурентоспроможних сортів з широкою агроєкологічною пластичністю і підвищеними адаптивними властивостями до несприятливих і екстремальних умов довкілля.

У задачу експериментальних досліджень входило визначити рівень формування продуктивності сортами пшениці різного типу розвитку в роки з різними за вологістю осінніми умовами на час сівби.

В останні роки чітко спостерігається зміна клімату, у вигляді потепління і нерівномірний перерозподіл опадів в період

вегетації озимої пшениці, особливо недолік їх при сівбі в оптимальні строки. Такі умови потребують вивчення і створення як «типово» озимих сортів пшениці, так і сортів альтернативного типу (дворучки) для пізніх строків сівби, а також враховувати відхилення від кліматичної норми, та вносити корективи в технологію вирощування озимої пшениці.

Фотоперіодична чутливість і тривалість яровизаційного періоду в значній мірі визначають рівень адаптації рослин озимої пшениці до конкретних умов вирощування. Різниця генотипів за цими ознаками має прояв уже на початкових етапах розвитку. Так, значне вираження фотоперіодичної чутливості і тривалість стадії яровизації затримують розвиток зачатків репродуктивних органів в осінній період і підвищують рівень стійкості генотипу до стресових чинників довкілля в період перезимівлі. Слабка фотоперіодична чутливість і коротка тривалість яровизаційного періоду, навпаки, прискорюють їх розвиток. При цьому, посіви більше гинуть від морозів, але швидше відростають весною, що забезпечує відхід від ранньовесняної посухи [157].

При вивченні значного набору сортів озимої пшениці, встановлений зв'язок між яровизаційною потребою і фотоперіодичною чутливістю. Встановлено, що послаблення, ступеня фотоперіодичної чутливості генотипу пов'язана з пониженням потреби його до яровизації і навпаки.

На думку селекціонерів, чим більша тривалість періоду яровизації і фотоперіодичної чутливості генотипів озимої пшениці, тим повільніший їх розвиток на початкових стадіях розвитку і спостерігається пізніший перехід до формування диференційної точки росту і зачатків репродуктивних органів. Це сприяє кращому їх протистоянню до низьких температур і підвищення рівня морозостійкості. Зниження тривалості фотоперіоду сприяє підвищенню темпів ранньовесняного відростання і підвищення врожаю, але це може автоматично відобразилась на частковому пониженню тривалості періоду

яровизації, що негативно вплине на параметри адаптації генотипів озимої пшениці [158].

Сучасні сорти озимої пшениці мають потенціал врожайності до 110 ц/га, але в умовах виробництва він реалізується лише на 50% через невідповідності адаптивного потенціалу сорту умовам вирощування.

Більшість сучасних сортів пшениці озимої характеризуються слабкою або середньою фотоперіодичною чутливістю і не тривалою стадією яровизації (30–40 днів), що сприяє зниженню їх морозостійкості, порівняно з сортами попереднього періоду створення. У сучасних сортів не виявлено залежності між тривалістю стадії яровизації і морозостійкістю, а відмінність за фотоперіодичною чутливістю впливала на морозостійкість лише ранньою весною [159].

Різним генотипам озимої м'якої пшениці перехід до генеративного розвитку можливий при тривалості стадії яровизації від 15 до 60 і більше діб.

Тип розвитку і тривалість вегетаційного періоду визначається його реакцією на освітлення в фазу кушіння, чим слабкіше виражена фотоперіодична чутливість, тим скоростигла рослина. Тривалість вегетаційного періоду рослин визначається їх реакцією на освітлення і кількістю енергії освітлення, необхідної для їх переходу від вегетативної фази до генеративної. Чим триваліша фаза кушіння, рослина більш озима і пізньостигла, тим більша потреба в освітленні.

За незначним виключенням, ранньо- і пізньостиглість пов'язані з раннім і пізнім колосінням. Різниця за тривалістю періоду до колосіння в ранньостиглих ліній не залежала від фотоперіодичної чутливості і тривалості періоду яровизації, в той час пізньостиглі форми були чуйні, як на тривалість яровизації, так і на фотоперіодичну чутливість [78].

При вивченні тривалості періоду «сходи-колосіння» основну дію мають гени, які контролюють фотоперіодичну чутливість, але існують гени, які контролюють скоростиглість у вузькому

розумінні і їх ефективність відображається на темпах проходження окремих етапів онтогенезу. Рослини пшениці до колосіння особливо чутливі до різної довжини дня, температури, вологості [160].

Реакція сортів озимої пшениці на стресові чинники доквілля має три фази: подразнення, пригнічення синтетичних процесів і адаптація. Якщо рослини не загинули в першу фазу, то в другій і третій фазах, які проходять уже не в період зимового спокою рослин і залежать не від умов осіннього загартування, а від умов часу весняного відновлення вегетації при яких і має прояв кінцева зимостійкість вивчаємих сортів. Значна загибель посівів озимої пшениці у виробничих умовах проходить як раз в роки накладанням лімфакторів у фазу адаптації рослин (зимове пошкодження рослин плюс пізнє відновлення весняної вегетації) [161; 162].

Створення сортів озимої пшениці, адаптивних до мінливих умов зони Південного Степу України, потребує нових підходів до розробки програм селекції цієї культури. На даний час вже сформувались ряд методичних підходів до формування селекційних програм по створенню сортів пшениці альтернативного типу і сортів універсального типу пристосованих для пізніх строків сівби у відповідності до зміни кліматичних умов.

Особливу актуальність набуває пошук і розробка селекційних методів у адаптивному їх прояві, що дозволить створювати сорти пшениці різного типу розвитку, які зможуть сполучати комплекс господарсько-корисних ознак, властивостей і якісну реакцію на різні лімфактори.

У процесі реалізації програм адаптивної селекції пшениці різного типу розвитку, нами створено ряд сортів, які одержали оцінку в конкурентних сортовипробуваннях, а деякі були в різний час занесені в Державний реєстр сортів рослин України (Ярославна, Кірена, Кларіса, Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина). Ряд нових сортів з високим проявом адаптивних ознак є цінними вихідними формами в процесі подальшого

селекційного вдосконалення озимої пшениці для різних умов вирощування.

На півдні України простежується відповідна закономірність в тому, що масштаби пересівів нерозкущених та пошкоджених зимою посівів значно збільшується в роки з пізнім відновленням весняної вегетації. У роки з раннім початком вегетації площі пересівів озимих культур на зерно значно менші [163]. Тому важливо було визначити реакцію сортів пшениці різного типу розвитку на виживання залежно від строків відновлення весняної вегетації.

Роки досліджень (2016–2019 рр.) характеризувались раннім відновленням весняної вегетації (5.03–15.03) пшениці озимої, тривалим міжфазним періодом від відновлення вегетації до колосіння, що сприяла підвищеному росту рослин і формуванню крупного колосу з максимальним зав'язуванням насінневих бруньок з наступною їх реалізацією в зернівки при досить сприятливих погодних умовах. У період колосіння-повна стиглість зерна також склалися сприятливі умови для наливу і визрівання зерна, у яких деяку перевагу мали сорти альтернативного типу Кларіса і сорти озимої пшениці Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина, які в меншій мірі мали негативний вплив посухи на налив зерна при кінцевому етапі формування насіння (табл. 3.6).

У 2020 році спочатку також спостерігалось раннє (09.03) відновлення весняної вегетації озимої пшениці, але повернення похолодання з морозами ( $-6 \dots -8 \text{ }^\circ\text{C}$ ) на III–IV етапах онтогенезу, негативно відобразилось на формуванні нормального колосу і його озерненості. У силу вище названої причини була відмічена реалізація колосків у нижній і верхній частині колосу і значна кількість стерильних квіток. Крім того спостерігалось значне ураження рослин грибковими хворобами, що відобразилось на ранньому пожовтінні листя і знижені фотосинтетичного потенціалу рослин, а відновлення вегетації повторилось уже в пізні строки (26.03).



**Таблиця 3.6 – Урожайність сортів пшениці різного типу розвитку залежно від часу відновлення весняної вегетації (т/га)**

Сорт	Час відновлення весняної вегетації, міс.					Середнє
	05.03	09.03	15.03	09.03	09.03/ 26.03	
	2016	2017	2018	2019	2020	
Дріада	5,94	5,12	5,64	5,02	3,14	5,17
Херсонська 99	6,05	5,48	5,96	5,12	3,98	5,32
Херсонська безоста	5,98	5,44	5,60	4,95	3,64	5,12
Кірена	6,12	5,78	5,68	5,12	3,74	5,29
Асканійська	6,47	6,12	6,22	5,96	4,45	5,84
Асканійська Берегиня	6,54	6,18	6,44	6,12	4,84	6,02
Перлина	-	-	6,45	6,18	4,69	5,77
Кларіса	6,12	5,44	6,12	4,04	4,12	5,29
Соломія	5,54	5,14	5,58	4,12	3,68	4,81
Зимоярка	4,14	4,02	4,18	3,68	3,04	3,81
НІР <sub>05</sub> т/га	0,18	0,16	0,19	0,20	0,26	

У 2020 році в період колосіння до повної стиглості зерна склались сприятливі умови з опадами і невисокими температурами для наливу і формуванню зерна, що для ряду сортів (Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина, Кларіса) це позитивно вплинуло на врожайність.

Як видно з даних таблиці 3.6 найбільшою врожайністю за різного часу відновлення весняної вегетації характеризувались сорт альтернативного типу Кларіса і нові сорти озимої пшениці Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина. Так, в середньому за роки досліджень (2016–2020) вони перевищували за врожайністю стандартний сорт Херсонську безосту на 0,17–1,65 т/га, а за несприятливих умов пізнього відновлення весняної вегетації (2020) їх перевага була на рівні 0,48–1,10 т/га.

Строки сівби озимої пшениці є одним із найбільш важливих технологічних заходів, які значно впливають на ріст і розвиток рослин. Відомо, що строки припинення осінньої вегетації значно впливають на посіви пшениці озимої всіх строків сівби. Найбільш реагують на умови раннього припинення осінньої вегетації посіви пізніх строків сівби. Це пояснюється тим, що ранні посіви навіть за умов раннього припинення осінньої вегетації добре розвиваються, а пізні посіви за цих умов входять в зиму недорозвиненими.

Тривала осіння вегетація озимої пшениці позитивно впливає на продуктивність всіх строків сівби, але найбільше вона підвищує врожайність посівів пізніх строків сівби, які в південному регіоні України у зв'язку з глобальним потеплінням значно збільшується в останні роки.

Для цих умов необхідні нові вимоги до сортів озимої пшениці, які б змогли реалізувати генетично зумовлену врожайність в умовах несприятливих режимів зміни клімату в осінньо-зимовий та весняно-літній періоди вегетації рослин. Вирощування сортів пшениці різного типу розвитку генетично і біологічно різних, дозволяє більш ефективно використовувати агрокліматичний потенціал кожного регіону і в кінцевому підсумку стабілізувати валовий збір зерна.

Приведення наявного сортового складу пшениці до конкретних агротехнічних умов і впровадження у виробництво сортів альтернативного типу і нових сортів озимої пшениці універсального типу, пристосованих до пізніх строків сівби, безумовно буде слугувати підвищенню конкурентної здатності культури. Нашими дослідженнями була проведена оцінка нових сортів пшениці різного типу розвитку за рівнем урожайності при різних строках сівби (табл. 3.7).

Роки досліджень характеризувались достатньою тривалістю осінньої вегетації, що забезпечило вхід в зиму рослин пшениці різного типу розвитку з достатньо розвинутими рослинами за

**Таблиця 3.7 – Урожайність сортів пшениці різного типу розвитку за пізніх строків сівби (т/га), 2018–2020 рр.**

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)								
	2018			2019			2020		
	20.10	30.10	10.11	20.10	30.10	10.11	20.10	30.10	10.11
Херсонська безоста	5,20	4,72	3,88	4,85	4,08	3,62	3,84	3,28	3,02
Асканійська	5,62	5,48	4,84	5,28	4,84	4,81	4,26	4,18	4,26
Асканійська Берегиня	5,88	5,72	5,65	5,46	5,45	5,84	4,50	4,24	4,32
Перлина	5,90	5,69	5,60	5,52	5,82	5,64	4,50	4,22	4,26
Кларіса	5,60	5,42	5,36	5,14	4,98	4,58	4,12	4,02	3,99
Соломія	5,19	4,94	4,84	4,78	4,34	4,19	3,44	3,42	3,39
Зимоярка	4,04	4,15	3,84	3,34	3,40	3,52	3,12	3,02	2,78
НІР <sub>05</sub> т/га	А – 0,21; В – 0,30			А – 0,28; В – 0,32			А – 0,30; В – 0,35		
	АВ – 0,36			АВ – 0,38			АВ – 0,42		

пізніх строків сівби. Кінцеве формування врожайності істотно залежало від генотипу сортів озимої пшениці і від часу відновлення весняної вегетації.

Із даних таблиці 3.7 видно, що сорт альтернативного типу Кларіса і нові «типово» озимі сорти пшениці Асканійська, Перлина, Асканійська Берегиня значно перевищували за врожайністю стандартний сорт Херсонська безоста в різні роки досліджень за пізніх строків сівби. Так, за самого пізнього строку сівби (10.11) їх перевага за врожайністю у 2018 р. була 0,96–1,57 т/га, у 2019 р. 0,96–2,27 т/га і в найбільш несприятливому 2020 р., відповідно 0,8–1,30 т/га.

Сорт пшениці альтернативного типу Зимоярка, який створений для умов іншого регіону формував значно нижчу врожайність за пізніх строків сівби порівняно із сортами альтернативного типу Кларіса, Соломія і сортами озимої пшениці степового екотипу.

У задачу експериментальних досліджень входило визначити рівень формування продуктивності сортами пшениці різного типу розвитку в роки з різними за вологістю осінніми умовами, на час сівби. При цьому аналізувався характер прояву продуктивності за різних строків появи сходів рослин восени і на час відновлення весняної вегетації. Згідно отриманих даних встановлена значна різниця за рівнем формування врожайності і генеративних ознак у вивченні сортів при оптимальних і пізніх сходах восени.

Так, рослини сортів пшениці різного типу розвитку в різні роки досліджень і незалежно від часу відновлення весняної вегетації сформували на 0,54–0,57 т/га меншу врожайність зерна при пізніх сходах порівняно з оптимальними сходами. При цьому абсолютне значення генеративних елементів структури врожаю за пізніх сходів рослин було значно більше порівняно з оптимальними сходами.

Збільшення рівня генеративних ознак очевидно пов'язане з біологічними особливостями пшениці м'якої озимої, тобто з проходженням етапів органогенезу в осінній період. При отриманні своєчасних сходів рослин три етапи органогенезу мають пройти восени і в фазі кущення вступити в зимовий період, а при пізніх сходах на першому етапі органогенезу і кушіння, в основному, проходило навесні. Тому вищі значення генеративних ознак при пізніх сходах формувались в результаті слабкої кущистості рослин, але при цьому є можливість виявити сорти пшениці різного типу розвитку, які мають здатність більш інтенсивно кущитися навесні. Така оцінка різних генотипів пшениці дає можливість виявити сорти, які адаптовані до мінливих умов довкілля і які здатні формувати врожай при неповному циклі етапів органогенезу в осінній період і часу відновлення весняної вегетації.

Від своєчасних оптимальних сходів рослин восени залежить подальший розвиток посівів, їх стійкість до несприятливих умов зимівлі й відповідно кінцевий результат, оскільки

врожайність зерна формується на початку етапів органогенезу.

Таким чином, для реалізації біологічного потенціалу озимої пшениці важливою умовою є інтенсивне кущення рослин восени. Добре розкущені восени рослини краще зимують і краще відростають весною та створюють більший продуктивний стеблостій, який формується переважно з пагонів осіннього кущіння. Пагони, що з'являються весною, як правило, формують недостатньо продуктивні колосся, оскільки в більшості випадків не проходять стадію яровизації.

У посушливому Південному Степу України часто навіть за оптимальних строків сівби восени рослини пшениці слабко кущяться, це спостерігається тоді, коли через відсутність вологи в ґрунті сходи з'являються пізно. Важливо знати, як сорти пшениці різного типу розвитку реагують на формування продуктивної кущистості за різних умов вирощування, як зимують при переростанні рослин і навпаки з недостатнім кущінням. Відповідно, необхідно диференційовано використовувати генофонд сортів пшениці, особливо звертати увагу на тривалість стадії яровизації і фотоперіодичну чутливість.

Наші дослідження показали, що деякі сорти пшениці озимої, які характеризуються слабко вираженою фотоперіодичною чутливістю і короткою стадією яровизації в окремі роки за відповідних умов довкілля ведуть себе як «умовні дворучки», це дає можливість їх і сортів альтернативного типу (Кларіса, Соломія, Зимоярка, Хуторянка, Ластівка) з успіхом використовувати за пізніх строків сівби, де «типово» озимі сорти пшениці значно знижують свою потенційну продуктивність.

Так сорт альтернативного типу Кларіса незалежно від відновлення весняної вегетації в різні роки при пізніх сходях рослин восени значно перевищує за врожайністю стандартний сорт озимої пшениці Херсонська безоста за цих умов (на 1,08–1,82 т/га). Практично даний сорт формує врожайність за

пізніх сходів рослин на рівні оптимальних сходів рослин восени, це відноситься і до сортів дворучок (Зимоярка, Хуторянка, Соломія, Ластівка), але за сприятливих умов перезимівлі.

Для мінливих і несприятливих умов зимівлі за пізніх строків сівби і пізніх сходів рослин, необхідно створювати та впроваджувати «типово» озимі сорти, які пристосовані до пізніх строків сівби, а при пізніх сходах восени, навесні характеризуються підвищеним кущінням рослин і формують оптимальний продуктивний стеблостій.

Такими біологічними властивостями володіють нові сорти озимої пшениці Асканійська Берегиня, Перлина, які при пізніх сходах рослин формують урожайність на рівні оптимальних строків сівби.

Таким чином, час відновлення весняної вегетації може як позитивно, так і негативно впливати на врожайність озимої пшениці залежно від стану розвитку посівів (строків сівби) і еколого-біологічних особливостей сорту. Для реалізації високого потенціалу врожайності необхідно оптимізувати сортовий склад пшениці різного типу розвитку за реакцією на різні строки сівби для конкретного регіону вирощування культури.

Нові сорти пшениці різного типу розвитку (Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина і альтернативного типу Кларіса, Соломія) формують високу врожайність за пізніх строків сівби (20.10–10.11) на рівні оптимального і вище.

Світове сільськогосподарське виробництво перебуває під загрозою змін клімату, які негативно впливають на врожайність зерна пшениці у багатьох регіонах світу. Теплова аномалія у більшості випадків спостерігається у зимовий період, через що скорочується тривалість осінньої вегетації озимих культур. Зими характеризуються довготривалими відлигами, значним скороченням періоду зимового спокою. Відновлення вегетації рослин в останні роки відбувається на два-три тижні раніше багаторічних строків. Все це призводить до зрідження посівів та недобору врожаю [162; 164; 165].

Строки сівби пшениці озимої значною мірою впливають на час появи і дружність сходів, подальший ріст і розвиток рослин та їхню продуктивність [167–169]. У зв'язку з потеплінням клімату та появою нових сортів у виробництві зі скороченим терміну яровизації, строки сівби пшениці м'якої озимої вимагають постійних досліджень для кожного нового сорту [18–172].

Польові дослідження проводили на дослідному полі Новоодеської державної сортодослідної станції (Миколаївська область) упродовж 2010–2013 рр. та Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету (ННПЦ МНАУ) упродовж 2013–2019 рр. Для досліджень були використані сорти пшениці м'якої озимої Подолянка (стандарт), який досі займає значні посівні площі в нашій країні (близько 29 тис. га); Кольчуга (1,4 тис. га); Наталка (0,87 тис. га); Місія одеська (1,3 тис. га); Овідій (7,7 тис. га) і Благодарка одеська (2,5 тис. га), які адаптовані до степових умов України. Схема досліду включала 5 строків сівби (10 вересня; 20 вересня; 30 вересня; 10 жовтня; 20 жовтня).

Початковий період розвитку пшениці озимої є вирішальним у формуванні високопродуктивних посівів. На тривалість періоду «сівба-сходи» впливають температура повітря і та вологість ґрунту. Найбільш сприятливою температурою для проростання насіння пшениці озимої є 12–18 °С, мінімальна – 1–2 °С.

Оптимальні строки сівби пшениці озимої настають, коли середньодобова температура повітря становить 14–16 °С, при якій дружні сходи пшениці озимої з'являються на 7–9 день, а при 15–18 °С – на 5–6 день. Більш висока температура (понад 25 °С) є несприятливою для проростання, оскільки може стати причиною сильного ураження сходів хворобами, особливою іржею, а при температурі 40 °С, коли відносна вологість повітря сягає 30% і нижче, насіння, яке проросло, гине через інтенсивне випаровування вологи, а те, яке набухло, втрачає схожість внаслідок дихання, витрат поживних речовин і ураження пліснявою.

За роки наших досліджень найбільш сприятливим для проростання насіння пшениці озимою був строк сівби 20 вересня, середня декадна температура повітря при цьому становила +15,3 °С, а менш сприятливим – 20 жовтня з середньою температурою повітря за II декаду жовтня +7,1 °С (табл. 3.8).

За 8 років досліджень вища температура повітря під час сівби та проростання насіння була у 2015 р. Середня температура повітря за II та III декаду вересня становила +20,1 °С та +20,9 °С, що на 0,9 °С та 5,6 °С перевищило середні показники.

Найбільш сприятливим для більш пізніх строків сівби (10, 20 жовтня) за температурним режимом був осінній період 2012 року, коли середня температура повітря у жовтні становила +14,0 °С.

Як видно з таблиці 3.8, зимовий період за 2011–2019 рр. спостережень становив лише 2 місяці – січень і лютий. Середньомісячна температура грудня в середньому за 9 років становила +0,7 °С. Визначено найнижчу середньо декадну температуру повітря (–9,9 °С) за роки спостережень – у III декаді січня 2014 р. У лютому 2012 р. зафіксовано найнижчу температуру повітря –7,8 °С, що на 6,9 °С нижче, ніж в середньому за 8 років досліджень.

Фази росту та розвитку пшениці озимої настають тоді, коли рослини набирають відповідну суму ефективних температур.

За роки наших досліджень, кращі умови температурного режиму для росту та розвитку пшениці м'якої озимої в осінній період склалися за сівби 20 вересня, сума ефективних температур при цьому в середньому за 2010–2018 рр. становила 344 °С (табл. 3.9).

Більш теплий осінній період за роки спостережень був у 2012 році. Рослини набрали суму ефективних температур від 164 °С за сівби 20 жовтня до 600 °С за сівби 10 вересня. Найхолоднішим був осінній період 2016 року, коли рослини пшениці озимої встигли накопичити до припинення вегетації лише 271–2,9 °С.



**Таблиця 3.8 – Середня за декаду температура повітря в осінньо-зимовий період 2010–2018 рр., °С**

Місяці	Декади	Роки									Середнє 2010–2019 рр.
		2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014	2014–2015	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	
вересень	I	+16,7	+19,2	+19,7	+16,3	+23,0	+22,5	+19,6	+20,1	+21,7	+19,9
	II	+18,9	+19,9	+19,2	+16,4	+18,7	+20,1	+18,2	+22,3	+18,9	+19,2
	III	+16,4	+16,2	+18,8	+11,6	+13,8	+20,9	+9,8	+15,2	+14,2	+15,3
середня		+17,4	+18,4	+19,2	+14,8	+18,5	+21,2	+17,6	+19,2	+18,2	+18,3
жовтень	I	+7,8	+16,3	+17,0	+6,4	+10,8	+12,6	+12,2	+11,6	+12,5	+11,8
	II	+9,3	+7,3	+14,1	+11,5	+12,1	+8,9	+3,1	+13,4	+14,2	+10,0
	III	+6,8	+4,6	+11,2	+10,6	+4,6	+6,6	+3,8	+8,3	+11,9	+7,1
середня		+7,9	+9,3	+14,0	+9,6	+9,0	+9,3	+5,7	+11,0	+12,8	+9,5
листопад	I	+12,5	+4,0	+10,2	+11,2	+7,1	+6,2	+1,7	+8,0	+7,0	+7,6
	II	+12,2	+1,4	+2,9	+6,2	+5,0	+8,9	+1,3	+5,8	+0,5	+5,5
	III	+7,1	+1,4	+5,8	+5,3	-1,8	+6,0	-1,0	+2,1	-0,6	+3,1
середня		+10,6	+2,3	+6,3	+7,6	+3,4	+7,0	+0,7	+5,3	+2,3	+5,4
грудень	I	+2,8	+3,9	+3,3	-0,2	-3,7	+2,4	-3,0	+6,1	-0,3	+1,5
	II	-3,4	+5,2	-3,6	-0,8	+3,7	+0,7	-4,1	+4,8	-1,4	+0,3
	III	+1,5	+1,1	-4,3	+1,1	-0,8	+3,1	-2,4	+4,8	+0,6	+0,5
середня		+0,3	+3,3	-1,6	+0,1	-0,3	+2,1	-3,2	+5,2	-0,4	+0,7
січень	I	-3,9	+3,1	-1,5	+3,2	-6,1	-7,0	-2,4	+3,8	-2,6	-1,4
	II	+1,6	-2,5	-0,4	+1,9	+1,4	-1,3	-4,0	-1,5	-1,5	-0,6
	III	-6,1	-7,7	-1,4	-9,9	+2,4	-5,2	-7,0	-4,1	-0,4	-4,9
середня		-2,9	-2,5	-1,1	-1,9	-0,6	-4,5	-6,6	-0,7	-1,5	-2,6
лютий	I	+0,3	-13,8	+3,8	-5,7	+0,9	+1,0	-3,1	+1,7	+2,2	-1,9
	II	-6,5	-9,1	+1,3	+3,8	-2,4	+4,0	-1,5	+0,4	+2,8	-1,3
	III	-6,8	+0,1	+1,3	+1,6	+4,4	+5,4	+3,9	-5,8	-0,5	+0,5
середня		-4,1	-7,8	+2,2	-0,2	+0,7	+3,4	-0,3	-0,9	+1,6	-0,9

**Таблиця 3.9 – Сума ефективних температур рослин пшениці озимої (°С) у міжфазний період «Сходи – припинення осінньої вегетації» залежно від строків сівби, 2010–2018 рр.**

Роки	10 вересня	20 вересня	30 вересня	10 жовтня	20 жовтня	2010– 2018 рр.
2010	519	385	265	242	204	323
2011	437	290	185	71	40	205
2012	600	487	377	251	164	376
2013	432	317	244	228	159	276
2014	428	284	198	134	60	221
2015	548	404	239	55	123	274
2016	271	140	98	45	2,9	111
2017	590	418	290	224	144	333
2018	510	374	274	200	108	293
2010– 2018	482	344	241	161	112	268

В середньому по строкам сівби більшу суму ефективних температур (333 °С) за звітний період набрали рослини пшениці у 2017 р., а найменшу – 111 °С у 2016 р.

Для степового регіону України характерними є часті зимові відлиги та тривала відсутність низьких температур, що сприяє поновленню вегетації в зимові місяці. Щорічне тимчасове відновлення вегетації впродовж зими сприяє подальшому розвитку озимих культур та переходу до нових фаз органогенезу.

Так, у 2011 році через тривалу ґрунтову посуху розвиток рослин пшениці озимої був повільним, але завдяки короткочасному відновленню вегетації в зимовий період (13 діб) сходи на більшості посівних площ з'явилися вже в середині грудня. Сума ефективних температур за цей період склала 29,9 °С (рис. 3.1).

Короткочасні відлиги, які сприяли тимчасовому відновленню вегетації були і в 2010/2011 та 2018/2019 рр. Рослини за цей період накопичили суму ефективних температур 23,4 та 24,0 °С відповідно.

III. Фізіолого-генетичні аспекти стійкості рослин пшениці озимої  
до абіотичних і біотичних факторів зовнішнього середовища

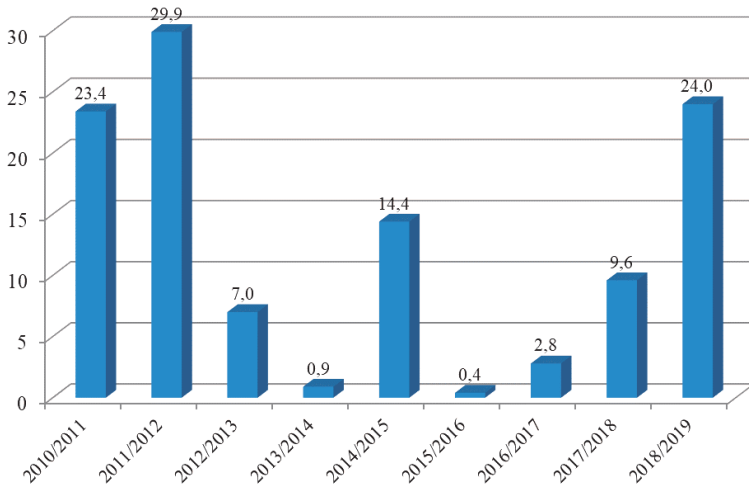


Рисунок 3.1 – Сума ефективних температур за період короточасних зимових відлиг (2010/2011–2018/2019 рр.), °C

Але, температурний режим повітря слід розглядати не окремо, а лише в комплексі з іншими метеоелементами. В умовах Степу велике значення має вологість посівного шару на період сівби пшениці. Відсутня або недостатня кількість опадів у серпні і вересні призводить до пересихання верхніх шарів і відтягування строків сівби пшениці озимої на більш пізній період. Значні запаси вологи у ґрунті необхідні із самого початку набубнявіння насіння.

Тому дружні сходи з'являються лише при наявності в посівному шарі 10–15 мм продуктивної вологи.

За роки наших досліджень кращі умови за вологозабезпеченням осінньо-зимового періоду склалися у 2010/2011, 2012/2013 та 2018/2019 рр., сума опадів при цьому склала 212,0, 197,0 та 209,8 мм (табл. 3.10).

Визначено, що найменша кількість опадів за осінньо-зимовий період випала у 2016/2017 сільськогосподарському році – 22,1 мм. Всі ці фактори безумовно впливають на формування врожайності зерна пшениці озимої.

**Таблиця 3.10 – Середньомісячна кількість опадів в осінньо-зимовий період 2010–2018 рр., мм**

Роки	Місяці						Сума опадів
	вересень	жовтень	листопад	грудень	січень	лютий	
2010/2011	39	56	27	50	24	16	212,0
2011/2012	14	10	1,4	54	58	21	158,4
2012/2013	27	40	10	61	37	22	197,0
2013/2014	62	38	9,9	3,7	42	13	168,6
2014/2015	21	33	19	36	30	30	169,0
2015/2016	0,8	13	49	0,8	72	29	164,6
2016/2017	0,0	0,5	0,0	8,0	0,6	13	22,1
2017/2018	3,7	24	23	41	32	41	164,7
2018/2019	78	14	26	41	43	7,8	209,8
Середнє за 2010–2018 рр.	20,9	26,8	17,4	31,8	37,0	23,1	157,1

Оцінку зимостійкості рослин досліджуваних сортів визначали методом монолітів і на основі даних осіннього та весняного обліків стану посівів за 9-ти бальною шкалою відповідно до методики державної кваліфікаційної експертизи сортів рослин. Якщо стан посівів за зимовий період не погіршувався, то зимостійкість оцінювали в 9 балів, при повній загибелі рослин сорту – 1 бал.

Зимовий період 2010/11 та 2012/13 сільськогосподарських років був досить сприятливим для перезимівлі посівів пшениці озимої усіх досліджуваних строків сівби, тому загибелі рослин не відмічалось. Друга половина зимового періоду 2011/12 сільськогосподарського року була не сприятливою для перезимівлі пшениці озимої. Рослини увійшли в зиму ослабленими, сходи були розтягненими в часі. У I декаді лютого було зафіксовано зниження температури до мінус 24,1 °С на фоні сильного вітру (табл. 3.11).

Середньодобова температура повітря становила мінус 14 °С. Мінімальна температура на поверхні ґрунту знижувалася до

**Таблиця 3.11 – Температурний режим другої половини зимівлі пшениці озимої за даними Миколаївського обласного центру з гідрометеорології (лютий-березень 2012 р.), °С**

Місяць	Середньомісячна температура				Максимальна			Мінімальна		
	I дек	II дек	III дек	Середнє	I дек	II дек	III дек	I дек	II дек	III дек
Лютий	-14,0	-9,3	0,1	-7,7	-4,9	2,5	6,7	-24,1	-20,5	-11,5
Березень	-2,0	3,9	6,7	2,9	3,0	20,6	15,6	-6,3	-4,9	-2,8

мінус 24,4 °С. Морозна погода утримувалася до середини II декади лютого, що негативно позначилося на перезимівлі рослин пшениці озимої.

Станом на 25 лютого визначено, що загибель рослин ранніх строків сівби була 38–69% залежно від сорту, а в оптимальних та пізніх – не більше 11–18%. Встановлено, що загибель рослин сорту Кольчуга, становила 69–55% залежно від строків сівби.

Перенасичення верхнього шару ґрунту через випадання значної кількості опадів у вигляді дощу у грудні – січні призвело до такого стану, що рослини фактично на протязі тижня стояли у водно-ґрунтовій жизі, а місцями і повністю під водою. Різкі перепади температури повітря під кінець зимівлі, снігово-льодяна кірка, яка утримувалася з 3 по 11 березня вплинули на життєздатність рослин і зумовили сильну строкатість у густоті і повне випадання рослин у пониженнях рельєфу.

Остаточну оцінку зимостійкості рослин пшениці озимої проводили після відновлення весняної вегетації рослин – 22 березня.

Встановлено, що найбільшу стійкість до несприятливих умов зимівлі мав сорт пшениці озимої Наталка, який добре перезимував отримавши оцінку перезимівлі 6,4–7,2 бала залежно від строків сівби. Майже повністю випали рослини сорту Кольчуга в усіх досліджуваних строках сівби (рис. 3.2).

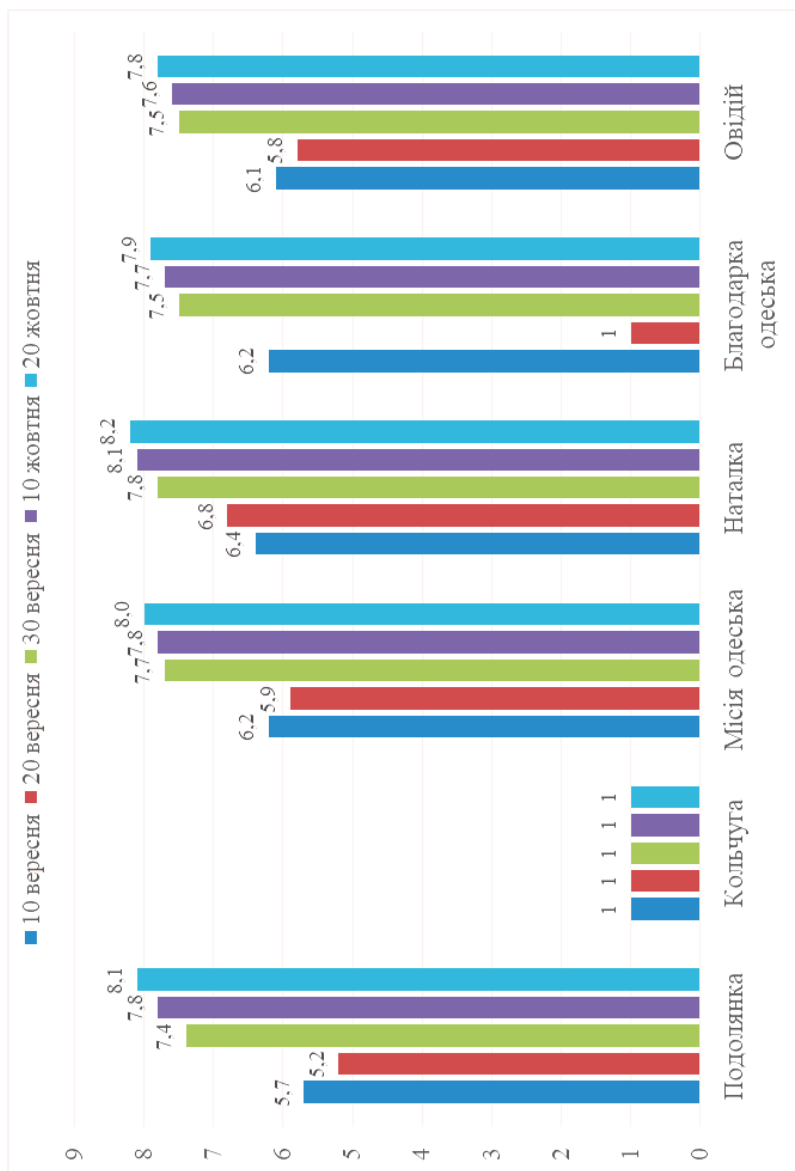


Рисунок 3.2 – Зимостійкість сортів пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби у 2012 р., б

Таким чином, досліджувані сорти найкраще перезимували за сівби 10 та 20 жовтня. Найнижчий бал перезимівлі (5,2–6,8) отримали рослини досліджуваних сортів пшениці озимої ранніх строків сівби (10 і 20 вересня). Усі досліджувані сорти краще перезимували за сівби 10 і 20 жовтня.

Більшу врожайність (4,59 т/га) у середньому за три роки (2011–2013 рр.) сформовано у сорту Наталка за сівби 10 жовтня, що на 0,52 т/га більше, ніж за сівби 30 вересня; на 1,08 т/га, ніж за сівби 20 вересня та на 1,41 т/га, ніж за сівби 10 вересня (табл. 3.12).

**Таблиця 3.12 – Урожайність зерна сортів пшениці м'якої озимої (т/га) за різних строків сівби (2010–2013 рр.)**

Сорти	Строки сівби				
	10 вересня	20 вересня	30 вересня	10 жовтня	20 жовтня
Подольнка	2,88	2,99	3,48	3,96	3,82
Наталка	3,18	3,51	4,07	4,59	4,53
Кольчуга	2,49	2,56	2,99	3,28	3,26
Місія одеська	3,11	3,61	4,22	4,19	4,15
Овідій	2,75	2,53	4,06	4,14	4,21
Косовиця	3,00	3,19	3,71	4,29	4,09
Благодарка одеська	2,95	2,76	4,17	4,22	3,99

Децю нижчу врожайність сформували інші сорти: Подольнка 2,88–3,96 т/га, Кольчуга (2,49–3,28 т/га), Місія одеська (3,11–4,22 т/га), Овідій (2,75–4,14 т/га), Косовиця (3,00–4,29 т/га), Благодарка одеська (2,76–4,22 т/га).

Наші дослідження показали, що у несприятливому 2012 році у порівнянні зі сприятливим по температурному режиму зимовим періодом 2013 р. врожайність сортів пшениці озимої зменшилася на 42,8–82,9% залежно від строку сівби (табл. 3.13).

**Таблиця 3.13 – Зниження врожайності зерна пшениці озимої в екстремальних умовах у порівнянні з оптимальними залежно від сорту та строку сівби**

Сорт (фактор А)	Строк сівби (Фактор В)	Урожайність, т/га		% зниження урожайності
		2012 р.	2013 р.	
1	2	3	4	5
Подільська (стандарт)	10 вересня	0,86	4,67	81,6
	20 вересня	0,83	4,85	82,9
	30 вересня	1,50	5,12	70,7
	10 жовтня	2,26	5,34	57,7
	20 жовтня	2,23	4,96	55,0
Кольчуга	10 вересня	0,96	5,25	81,7
	20 вересня	1,03	5,56	81,5
	30 вересня	1,60	5,80	72,4
	10 жовтня	2,21	5,78	61,8
	20 жовтня	2,23	5,54	59,7
Овідій	10 вересня	0,97	5,28	81,6
	20 вересня	1,56	5,35	70,8
	30 вересня	2,20	6,09	63,9
	10 жовтня	2,37	6,27	62,2
	20 жовтня	2,35	5,94	60,4
Місія одеська	10 вересня	1,99	5,27	62,5
	20 вересня	2,24	5,26	57,4
	30 вересня	2,85	5,49	48,1
	10 жовтня	3,15	5,60	43,8
	20 жовтня	3,05	5,33	42,8
Наталка	10 вересня	1,18	5,29	80,9
	20 вересня	1,37	5,38	100,0
	30 вересня	2,06	5,57	58,7
	10 жовтня	2,46	5,83	62,1
	20 жовтня	2,41	5,49	61,2



Продовження табл. 3.13

1	2	3	4	5
Благодарка одеська	10 вересня	1,01	5,07	76,7
	20 вересня	0,00	5,26	74,0
	30 вересня	2,30	5,50	62,5
	10 жовтня	2,21	5,64	56,4
	20 жовтня	2,13	5,33	54,8

Найменше зниження врожайності відзначено у сорту Наталка (42,8–62,5%), що свідчить про його високу зимостійкість. Встановлено, що сорти Подолянка, Наталка і Благодарка одеська найбільшу врожайність в несприятливому 2012 р. сформували за сівби 10 жовтня – 2,26; 3,15 і 2,30 т/га відповідно, що на 0,76; 0,30 і 0,09 т/га більше, ніж за сівби 30 вересня.

Сорт Овідій максимальну врожайність у 2012 р. сформував за сівби 10 жовтня – 2,37 т/га, що на 0,17 т/га більше, ніж за сівби 30 вересня.

Найнижчу врожайність (0,86 т/га) зерна досліджуваних сортів отримано за сівби 10 вересня – 0,86 т/га у сорту Подолянка; 0,97 т/га – Овідій; 1,90 т/га – Наталка, 1,01 т/га – Благодарка одеська.

Найбільшу врожайність зерна у 2013 р. отримано у сорту Наталка за сівби 10 жовтня – 5,60 т/га, що на 2,45 т/га більше, ніж у 2012 р.

Таким чином, у 2012 р. за сівби 10 жовтня урожайність зерна досліджуваних сортів пшениці озимої становила 2,46 т/га, що на 0,40 т/га більше, ніж за сівби 30 вересня.

Отже, можна зробити висновок, що сорт пшениці м'якої озимої Кольчуга має низьку стійкість до не сприятливих умов перезимівлі і тому його не слід сіяти в умовах з суворими зимами, а Наталка, порівняно з іншими досліджуваними сортами, вищу зимостійкість.

Наступний ріст, розвиток і формування врожайності пшениці озимої залежить від часу відновлення весняної вегетації

(ЧВВВ). У 70-х роках минулого століття В. Д. Мединцем вперше було відкрито природне явище впливу часу відновлення вегетації (ЧВВВ) рослин, що зимують, на їх подальшу життєдіяльність, витривалість та продуктивність, яке в агрономічній науці отримало назву «екологічний ефект ЧВВВ». Суть цього явища полягає в тому, що при надто ранньому або надто пізньому відновленні вегетації у рослин спостерігається суттєве відхилення від оптимальних темпів росту і розвитку, інтенсивності фотосинтетичної діяльності і величини врожаю. Причиною загибелі рослин пшениці озимої В. Д. Мединець вважає пізнє відновлення весняної вегетації.

Час відновлення весняної вегетації рослин озимих культур, зокрема пшениці, має значний вплив на врожайність зерна. Так, дослідженнями проведеними у 2015–2019 рр. в ННПЦ МНАУ визначено, що у роки з раннім відновленням весняної вегетації (14.02.2016 р.) урожайність зерна досліджуваних сортів пшениці озимої сформовано на рівні 6,75–7,39 т/га. Пізнє відновлення весняної вегетації (4.04.2018 р.) призводить до зниження врожаю пшениці озимої на 1,09–1,77 т/га залежно від сорту у порівнянні зі сприятливим 2015–2016 сільськогосподарським роком [165].

У роки наших досліджень з раннім відновленням вегетації (2004, 2013) рослини відростали активніше, але триваліший час кущилися та інтенсивніше укорінювалися. А у роки з пізнім (2012) та екстримально пізнім ЧВВВ (2003) відбувався різкий перехід від низьких температур до плюсових.

Після негативних явищ зимового періоду рослини відразу потрапляли в стресові умови теплового шоку і гострого дефіциту вологи за відновлення вегетації, що позначилося на регенерацію, енергію кущення, виживання та формування врожайності рослин. Так, нижчу урожайність зерна пшениці озимої (0,56 т/га; 1,73 т/га) отримано у 2003 та 2012 рр. за відновлення весняної вегетації 6 квітня та 22 березня (рис. 3.3).

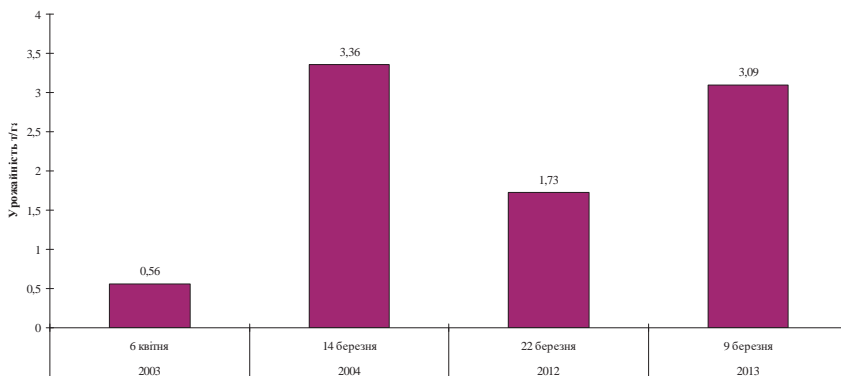


Рисунок 3.3 – Середня урожайність зерна рослин пшениці озимої у Миколаївській області залежно від часу відновлення весняної вегетації рослин (ЧВВВ), т/га

Дослідженнями встановлено, що у роки з пізньою весною рослини розвиваються при підвищеній температурі повітря (8–10 °С) та більшому надходженні сонячної енергії, при цьому спостерігається стрімке наростання температури повітря, що в свою чергу погіршує регенераційні процеси, гальмує ріст, спричиняє відмирання частини пагонів або і цілих рослин. При ранній весні вегетація пшениці озимої до виходу в трубку проходить при понижених температурах (4–7 °С), які повільно наростають, що є сприятливим для відростання рослин, регенерації пошкоджених органів, протікання всіх ростових процесів [149].

Дослідженнями встановлено, що у роки з пізньою весною рослини розвиваються при підвищеній температурі повітря (8–10 °С) та більшому надходженні сонячної енергії, при цьому спостерігається стрімке наростання температури повітря, що в свою чергу погіршує регенераційні процеси, гальмує ріст, спричиняє відмирання частини пагонів або і цілих рослин. При ранній весні вегетація пшениці озимої до виходу в трубку проходить при понижених температурах (4–7 °С), які повільно

наростають, що є сприятливим для відростання рослин, регенерації пошкоджених органів, протікання всіх ростових процесів [150].

За багаторічними даними вегетація озимих відновлюється в Криму – 15–17 березня, в Херсонській і Одеській областях – 18–20 березня, Миколаївській – 20–23 березня, Кіровоградській, Дніпропетровській і Запорізькій – 23–25 березня, Донецькій – 30–31 березня, Луганській – 1–3 квітня. Але в останні роки, у зв'язку з потеплінням клімату, середня дата відновлення вегетації дещо змістилася. За останні 16 років (2003–2019 рр.), вегетація рослин пшениці озимої у Миколаївській області найраніше відновлювалась у 2008 році – 6 лютого. Пізнє відновлення весняної вегетації зафіксовано у 2003 році – 6 квітня.

У роки наших досліджень ЧВВВ був самим раннім у 2016 році – 14 лютого, а пізнім – 4 квітня у 2018 році (табл. 3.14).

**Таблиця 3.14 – ЧВВВ пшениці м'якої озимої у Миколаївській області, 2011–2019 рр.**

Роки	Час відновлення весняної вегетації
2011	24 березня
2012	22 березня
2013	9 березня
2014	6 березня
2015	28 лютого
2016	14 лютого
2017	2 березня
2018	4 квітня
2019	21 березня

У результаті наших досліджень та спостережень визначено, що вища врожайність зерна пшениці м'якої озимої (6,31 т/га) в середньому по строкам сівби сформувалася у 2019 р., час відновлення весняної вегетації при цьому було зафіксовано 21 березня (рис. 3.4).

У 2018 р. з пізнім відновленням весняної вегетації відбувався різкий перехід від зими до літа. Рослини відразу потрапляли в стресові умови теплового шоку і

гострого дефіциту вологи, що негативно впливало на регенерацію, енергію кущення, виживання і формування врожайності рослин пшениці озимої, яка в середньому становила 4,43 т/га.

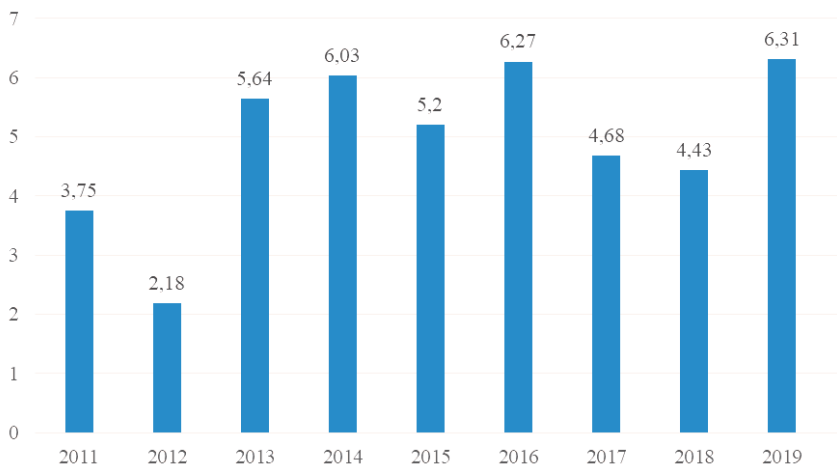


Рисунок 3.4 – Урожайність зерна пшениці м'якої озимої (2011–2019 рр.), т/га

Визначено, що в середньому за 2011–2013 рр. найбільшу (2615–2678 м<sup>3</sup>/га) кількість вологи за вегетаційний період витрачали рослини пшениці м'якої озимої за сівби 10 вересня, а найменшу – 2349–2423 м<sup>3</sup>/га за сівби 20 жовтня [15].

За результатами проведених досліджень та підрахунків можна зробити висновки, що в умовах Південного Степу України дотримуючись оптимальних строків сівби пшениці озимої, можна коригувати тривалість зимового спокою та отримувати максимально можливий урожай як у сприятливі за погодними умовами роки, так і несприятливі.

### 3.3 Особливості формування продуктивності різними морфобіо-типами озимої пшениці

На сучасному етапі розвитку землеробства основним шляхом збільшення валових зборів зерна є ефективне використання сортових ресурсів озимої пшениці. В останні роки значно скоротилися строки сортозміни, а терміни використання окремих сортів у виробництві скоротилися до 5–6 років.

Раніше занесені в Державний Реєстр сорти замінюються новими більш продуктивними, з урахуванням їх адаптивних властивостей і якості зерна.

Зміна сортового складу пшениці у напрямі зменшення висоти рослин, підвищення продуктивної кущистості під впливом генетичних чинників супроводжується перебудовою морфо-анатомічної структури, фотосинтетичної діяльності різних морфобіотипів.

Науковими дослідженнями встановлено, що генетична межа врожайності сортів озимої пшениці може досягти 20–25 т/га. Такого генетичного прогресу можна досягти завдяки використанню у практичній селекції нових фізіолого-генетичних методів створення вихідного матеріалу, що зумовить поступове вирощування продуктивного і адаптивного потенціалів [15].

У нашій країні історично створилась певна географічність у селекційній роботі, що зумовлено неоднорідністю, тобто великою різноманітністю екологічних умов у різних регіонах. Кожна екологічна зона на території України пред'являє специфічні вимоги до культури озимої пшениці, у зв'язку з цим як селекція так і сортова агротехніка повинні розробляти стосовно до цього свої конкретні методи і напрями в роботі.

Знання біологічних основ нових сортів і відповідно забезпечення їх необхідними чинниками життєдіяльності складає основу раціонального використання сортових ресурсів озимої пшениці в справі підвищення виробництва продовольчого зерна.

### **3.3.1 Особливості стеблоутворення у різних морфобіотипів озимої пшениці**

Продуктивність озимої м'якої пшениці зумовлюється перш за все генетичним потенціалом, який реалізується забезпеченням у період вегетації вологою, мінеральним живленням та умовами зовнішнього довкілля.

В аспекті розглянутої нами проблеми найбільш цінними є сорти з підвищеною енергією кушіння і слабкою редуцією

кількості пагонів на початку колосіння, коли закінчується процес стеблоутворення.

Дослідження останніх років показали, що під час вирощування озимої м'якої пшениці за інтенсивною технологією найвища зимостійкість формується у разі оптимальних і допустимо пізніх строків сівби. Якщо раніше вважалося, що в осінній період вегетації має розвинутих не менше чотирьох пагонів, то з упровадженням інтенсивних технологій цей показник зменшився до двох. Згідно з вимогами деяких технологій, рослини зимують нерозкущеними, а продуктивний стеблостій формується весняним синхронним кущінням [41].

Урожай зерна значною мірою залежить від густоти стеблостою, який як і маса зерна з колосу є одним із головних елементів продуктивності пшениці [41; 173]. На формування продуктивних пагонів значно впливають умови зовнішнього довкілля, тому для забезпечення оптимальної густоти стеблостою цінність становлять такі морфобіотици, які під впливом зовнішніх чинників змогли б легко змінювати інтенсивність кущіння.

Значною кількістю фізіолого-генетичних досліджень виявлено, що продуктивність фітоценозу озимої пшениці залежить від енергії кущіння рослин [174]. Але на питання, який тип рослин за інтенсивністю стеблоутворення має вирішальне значення в процесі селекції, у науковців різні погляди.

За твердженням академіка П. П. Лук'яненка в умовах південної Лісостепової зони необхідно створювати сорти з середньою кущистістю (2–3 пагони на рослину), тому що у цьому регіоні високої залежності між продуктивною кущистістю і врожайністю зерна не виявлено. При цьому він відзначав, що пагони кущіння другого порядку за продуктивністю мають бути такими ж, як і головні.

У задачу наших експериментальних досліджень входило визначити рівень формування продуктивності сортами різного типу розвитку в роки з різними за вологістю осінніми умо-

вами на час сівби. При цьому досліджували реакцію і продуктивність сортів пшениці на різні строки появи сходів восени.

Для визначення синхронності стеблоутворення пшениці використовували розроблену нами методику [24]. За формулою, яка відображає кількісний і якісний розподіл колосів у різних ярусах, визначали коефіцієнт синхронності розвитку колосоносних пагонів:

$$K_C = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_3^2}, \quad (3.1)$$

де  $K_C$  – коефіцієнт синхронності ( $0 < K_C < 1$ );  $n_1$  – кількість пагонів у першому ярусі (h) і  $n_2$  – у другому ярусі (0,8 h),  $n_3$  – у третьому ярусі (0,6 h).

Синхронність розвитку тим вища, чим більше числове значення коефіцієнтів. Колосоносні пагони рахували у фазу воскової стиглості зерна або відразу після цвітіння на особливих ділянках площею 0,5 м<sup>2</sup> у чотирикратній повторності. Критерії обліку й облікову площу визначали за допомогою рухливого кола площею 0,5 м<sup>2</sup>.

Дисперсійний аналіз, одержаних нами даних показав істотну різницю за цим показником між сортами, що свідчить про генетичну детермінацію ознаки синхронності розвитку пагонів кушіння у озимої пшениці. Коефіцієнт кореляції між синхронним розвитком пагонів і врожайністю становив – 0,41–0,64, що свідчить про взаємозв'язок у мінливості цих ознак.

Необхідно відмітити, що серед вивчених сортів пшениці різного типу розвитку виділено значну кількість із підвищеною і високою синхронністю стеблоутворення за різних умов вирощування (табл. 3.15).

Селекційна практика показала, що під час розробки моделі сорту і визначення потенціальної продуктивності пшениці більше уваги необхідно приділяти такому показнику, синхронність розвитку пагонів різного порядку [240].



**Таблиця 3.15 – Характер формування синхронності стеблотворення у сортів пшениці різного типу розвитку за різних умов вирощування**

Сорт	Оптимальні сходи (2012–2013 рр.)			Пізні сходи (2015–2016 рр.)		
	Коефіцієнт синхронності К <sub>с</sub>	Кількість продуктивних стебел, шт/м <sup>2</sup>	Урожайність, т/га	Коефіцієнт синхронності К <sub>с</sub>	Кількість продуктивних стебел, шт/м <sup>2</sup>	Урожайність, т/га
Херсонська безоста	0,550	610	6,05	0,390	366	3,95
Херсонська 99	0,540	590	5,95	0,310	348	3,86
Дріада 1	0,380	515	5,15	0,280	308	3,80
Кірена	0,390	500	5,05	0,290	310	3,65
Ярославна	0,360	515	5,10	0,305	318	3,70
Асканійська	0,680	620	6,20	0,610	526	5,84
Асканійська Берегиня	0,652	680	6,35	0,640	540	5,95
Кларіса	0,600	640	5,90	0,560	495	5,45
Знахідка одеська	0,540	615	5,85	0,390	440	4,64
Мудрість	0,400	560	4,95	0,340	390	3,12
Антонівка	0,280	480	4,44	0,290	380	3,45
Ластівка	0,290	490	4,15	0,310	370	2,89
Соломія	0,560	590	5,41	0,510	490	5,05
Зимоярка	0,440	490	4,45	0,390	310	3,18
Хуторянка	0,460	505	4,80	0,490	460	4,64
Nevesinjka	0,500	420	4,52	0,505	420	4,45
NS 471	0,490	450	4,15	0,380	390	3,95
НІР <sub>05</sub> т/га			0,20– 0,30			0,12– 0,15

Серед таких сортів необхідно відмітити Херсонська безоста ( $K_C = 0,550$ ), Херсонська 99 ( $K_C = 0,540$ ), Асканійська ( $K_C = 0,680$ ), Асканійська Берегиня ( $K_C = 0,652$ ), Кларіса ( $K_C = 0,600$ ), Знахідка одеська ( $K_C = 0,540$ ), Соломія ( $K_C = 0,560$ ), Nevesinjka ( $K_C = 0,500$ ).

Різні умови вирощування (оптимальні і пізні сходи рослин восени) загалом змінювали характер виявлення синхронності стеблоутворення у різних сортів озимої пшениці. Ряд генотипів (Асканійська, Асканійська Берегиня, сорти альтернативного типу Кларіса, Соломія, Зимоярка, Хуторянка) зберегли її вираженість, що свідчить про досить високу генотипову мінливість цієї ознаки.

Крім того, спостерігалася закономірність збільшення формування продуктивних стебел і загалом урожайності за високої абсолютної вираженості коефіцієнта синхронності.

Для правильного розуміння особливостей формування врожаю озимої пшениці та управління цим процесом велике значення має вивчення ролі пагонів осіннього та весняного кушіння за різних строків сівби.

За ранніх строків сівби виявлена одна загальна закономірність: восени найбільш висока енергія кушіння спостерігалась у рослин розрідженого посіву (3 млн схожих насінин / га), а в разі більш високих норм висіву число пагонів перед входом у зиму закономірно зменшувалось. Сортова реакція на норму висіву при цьому була більш виражена у середньорослих сортів – Дріада 1, Кірена, Ярославна, тоді як у сортів альтернативного (Кларіса, Соломія, Хуторянка, Зимоярка) та універсального типів (Асканійська, Асканійська Берегиня) кушіння восени було практично на одному рівні.

За оптимального строку сівби у більшості сортів перед входом у зиму рослини мало значно менше стебел, порівняно з раннім строком сівби. У рослин оптимального строку сівби весною відбулось енергійне стеблоутворення до VI–VII етапів органогенезу, а за ранніх строків воно практично закінчувалось

на IV–V етапах. За оптимального строку сівби чітко виявилися сортові особливості весняного стеблоутворення.

Специфічна динаміка стеблоутворення спостерігалась у пшениці озимої сортів Асканійська, Асканійська Берегиня і Кларіса, у рослин яких були дещо повільні темпи стеблоутворення, але плавні ритми формування продуктивних пагонів. На ранніх етапах органогенезу у цих сортів проявилось збільшення кількості стебел, а в період завершення гаметогенезу відбувалась закономірна елімінація стебел. Отже, ці сорти мають високу синхронність стеблоутворення, чим вони вигідно відрізняються від інших сортів.

За пізніх строків сівби і пізніх сходів восени стеблоутворення у озимої пшениці практично не залежало від норм висіву і було в межах 1,0–1,3 розвинутих стебел на рослину. У весняний період спостерігалось інтенсивне кущіння, яке завершувалося по-різному у сортів залежно від густоти стояння рослин. Більш ефективно це спостерігалось у сортів альтернативного типу і сортів «типово» озимої пшениці Асканійська і Асканійська Берегиня.

У природних умовах далеко не всі пагони формують продуктивний колос. Наші дослідження показали, що навіть у рослин раннього і оптимального строків сівби лише 40–50% утворених стебел отримують урожай, а останні відмирають під час переходу рослин до генеративного розвитку. Строки сівби і норми висіву мали великий вплив на продуктивну кущистість, але реакція різних сортів на умови вирощування різна. Загальною закономірністю для всіх сортів є те, що наприкінці вегетації за різних строків сівби збільшення норм висіву зумовило зменшення числа колосоносних стебел на рослину.

За пізніх строків сівби і пізніх сходів рослин через несприятливі погодні умови восени, врожай зерна сортів пшениці озимої формується як за рахунок осіннього, так і весняного кущіння. Цей процес спостерігався за сівби з нормою висіву 3–5 млн схожих насінин / га, а у варіанті з нормою 7 млн шт./га

пагони весняного кущіння не формували продуктивних стебел або їх число було незначним.

На відміну від «типово» озимих сортів, сорти альтернативного типу за сівби у пізній строк незалежно від норм висіву за рахунок весняного кущіння формували додаткові продуктивні стебла.

Різні умови вирощування (зрошення, без зрошення) в цілому мало змінювали характер прояву синхронності стеблоутворення у різних сортів і форм озимої пшениці. Більшість сортів зберегли її вираженість, що свідчить про досить високу успадкованість цієї ознаки, а висока абсолютна вираженість коефіцієнта синхронності пропорційно впливала на збільшення формування продуктивних стебел генотипа.

У більшості вивчених за різних умов зволоження низькорослих сортів (Альбатрос одеський, Одеська 162, Херсонська 86, Асканійська, Асканійська Берегиня) при їх дозріванні число продуктивних стебел було більшим, ніж у середньорослих сортів (Дріада 1, Кірена, Ярославна, Херсонська безоста та ін.), у яких такі пагони кущіння елімінувалися раніше.

Уповільнене відмирання пагонів у низькорослих сортів, певно залежить від специфіки у них ростових процесів. Дослідження свідчать про те, що в кінці фази «вихід в трубку» диференціація пагонів проходить напряму під впливом фізіологічних процесів на зростання витрати продуктів фотосинтезу і запасних поживних речовин. При цьому їх дефіцит визначає час й інтенсивність відмирання слабких і розвиток сильних пагонів. У зв'язку з тим, що у низькорослих сортів нижні міжвузля значно коротші, ніж у середньо- та високорослих, на перших етапах стеблоутворення вони витрачають менше поживних речовин. Таким чином, збережена енергія йде на продовження життя додаткового числа стебел, які служать важливим чинником формування високого потенціалу врожайності.

Такі особливості кущення озимої пшениці вказують на його вплив на формування густоти посіву у різних сортів. Так,

середньорослі сорти Дріада 1, Ярославна, Кірена та інші формували менший стеблостій, порівняно з низькорослими і сортами альтернативного типу (Кларіса, Nevesin'jka, Соломія) за різних умов вирощування, а при ранньому строці сівби у середньорослих сортів озимої пшениці густина продуктивного стеблостою на 1 м<sup>2</sup> коливалася в рамках 510,4–578,0 шт.; у низькорослих і альтернативного типу – 565,4–790,2 шт., відповідно; при оптимальному строці – 515,5–670,4 шт. і 550,5–782,2 шт.; при пізньому строці – 310,5–48,0 і 360,0–579,2 шт.

В умовах зрошення південного Степу України при ранньому і оптимальному строках сівби рослини озимої пшениці формують 6,2–9,1 пагонів, які при цьому накопичують значну вегетативну масу. Продуктивний стеблостій цих посівів здійснюється, в основному, за рахунок кущіння восени. При пізніх строках сівби врожай озимої пшениці формується як за рахунок осіннього, так і весняного кущіння. У середньорослих сортів цей процес спостерігався при нормах висіву 3 і 5 млн схожих насінин / га, а у варіанті з нормою 7 млн схожих насінин / га пагони весняного кущіння не формували продуктивних стебел, або їх число було незначним. На відміну від них низькорослі і сорти альтернативного типу (Кларіса, Соломія, Зимоярка) за пізнього строку сівби різними нормами висіву, за рахунок весняного кущіння формували додаткові продуктивні стебла.

Таким чином, при зрошенні складаються сприятливі умови для формування продуктивного стеблоутворення в весняний період. Ці умови краще використовують низькорослі сорти, в яких відсутня багатоярусність пагонів, тому їх стебла більш раціонально використовують енергію сонячної радіації і елементи живлення з ґрунту.

У польових умовах ще мало надійних критеріїв, за якими можна проводити цілеспрямований добір високоврожайних морфобіотипів. Селекціонерів, в основному, цікавить комплексний набір необхідних елементів продуктивності, більшість яких на ранніх етапах селекції важко піддаються кількісному

обліку. Добір же за якою-небудь однією ознакою, як правило, не приносить успіху. У пізніх поколіннях, коли врожайність визначається в розсадниках у разі посіву, максимально наближеного до виробничого, виникає побоювання, що багато селекційних ліній, можуть бути вибраковані до того, як буде визначена їхня справжня продуктивність [10]. Тому нами паралельно з методом добору високопродуктивних генотипів за вираженістю коефіцієнта синхронності був розроблений спосіб ранньої діагностики потенційної врожайності рослин пшениці озимої у разі використання індексів основних морфологічних і онтогенетичних ознак.

Для досліджень ми обрали ознаки, які значно різняться за генетичними параметрами мінливості – продуктивна кущистість і час вступу рослин у фазу колосіння.

Кущистість рослин пшениці є однією з найбільш важливих адаптивних ознак, яка використовується в селекційному процесі для господарсько-біологічної оцінки сортів. Продуктивна кущистість пшениці відрізняється значною фенотиповою мінливістю, що дає змогу легко розмежувати рослини на класи, а також не значним успадкуванням, що обмежує ефективність добору. Виникає цікавість використання у процесі селекції пшениці озимої на продуктивність таких ознак, як продуктивність стебел другого порядку, їх внесок у загальну продуктивність рослин.

Однією з найбільш важливих з високим успадкуванням ознак, яка визначає швидкість розвитку рослин загалом, а також пагонів кущення другого порядку є початок колосіння рослин пшениці. Пагони другого порядку, відстаючи в розвитку порівняно з головним стеблом, характеризуються більш пізнім колосінням, що залежить від умов вирощування і генотипу сорту. Розтягнуте колосіння викликає формування великої кількості пагонів, які створюють труднощі під час збирання врожаю. У зв'язку з цим необхідно створювати біотиби пшениці, які б володіли незначним розривом колосіння всіх пагонів кущіння.

Протягом вегетації ми визначали початок колосіння головного стебла, а потім послідовність колосіння пагонів другого порядку. На основі цих даних визначали тривалість процесу колосіння в днях окремих рослин і розраховували інтенсивність їх кушіння за формулою:

$$IK = \frac{K}{T}, \quad (3.2)$$

де  $IK$  – інтенсивність колосіння;  $K$  – кількість продуктивних стебел рослин;  $T$  – тривалість колосіння.

Коефіцієнт інтенсивності кушіння дає можливість визначити темпи вступу в фазу колосіння пагонів другого порядку. Але нам не вдалося визначити прямо істотну залежність між інтенсивністю кушіння і врожайністю сорту. Це можна пояснити тим, що володіючи високою інтенсивністю кушіння, біотици з тривалим періодом колосіння не можуть формувати повноцінне зерно на пагонах, які колосились в останню чергу, потенційно найбільш продуктивні форми, у яких інтенсивність колосіння реалізувалася в короткі строки.

Тому для добору високоврожайних форм пшениці у гібридних популяціях використовували індекс продуктивності:

$$III = \frac{K}{T^2}, \quad (3.3)$$

де  $III$  – індекс продуктивності;  $K$  – кількість продуктивних стебел рослини;  $T$  – тривалість колосіння.

Відповідно, з рекомендованою нами формулою найбільшим індексом продуктивності володіють рослини, у яких колосіння бокових стебел проходить у найбільш короткі строки. Числове значення індексу продуктивності знаходиться в межах  $1 > III > 0$ .

Потенційна продуктивність рослини у суцільному посіві тим більша, чим вище числове значення індексу продуктивності.

Наші теоретичні розрахунки підтверджуються результатами практичного вивчення продуктивної кущистості сортів за умов посіву близького до виробничого. Найбільшою врожайністю володіли біотиби, у яких кількість продуктивних стебел не перевищувало двох. Пояснити це явище можна, виходячи з біологічних ознак пшениці, а також умов вирощування. При зрошенні на півдні України бокові пагони відстають у розвитку і попадають в несприятливі умови – повітряну посуху, в результаті порушується процес накопичення пластичних речовин репродуктивними органами рослин. Використовуючи такі сорти у виробництві, щільність стеблостою пагонів з добре розвинутими колосками в колосі за умов зрошення можна регулювати нормою висіву насіння. Аналіз взаємозв'язку індексу продуктивності з врожайністю ліній селекційного розсадника ( $F_3$ ) виявив, що більша продуктивність спостерігалась з наближенням ІІ до 1 (табл. 3.16).

**Таблиця 3.16 – Розподіл ліній  $F_3$  за врожайністю залежно від індексу продуктивності, % до стандарту**

Походження ліній	Класи за індексом продуктивності		
	1–0,09	0,09–0,06	0,05 і менше
Херсонська 99/Знахідка одеська	122,4±3,4	110,9±4,4	96,2±3,0
Асканійська/Соломія	115,1±4,8	110,4±5,2	97,4±5,8
Херсонська безоста/Nevesinjka	112,4±3,5	110,7±3,3	97,4±5,6
Мудрість/Кларіса	124,5±4,5	118,1±3,8	104,8±3,4
Дріада 1/NS 471	124,8±6,1	115,4±6,2	105,6±3,4
Херсонська 96/Хуторянка	118,5±5,4	109,9±4,4	96,6±3,1

Надалі кращі лінії з більшим індексом продуктивності вивчались у конкурсному сортовипробуванні. Урожайність ряду ліній була вища стандартного сорту Херсонська безоста на 7,1–19,4 % (табл. 3.17).



**Таблиця 3.17 – Урожайність ліній конкурсного сортовипробування, добраних у F<sub>3</sub> за індексом продуктивності (2017–2019 рр.)**

Номер, походження ліній	Урожайність, т/га	% до стандарту
Херсонська безоста, стандарт	5,94	–
15/227 – Херсонська 99/ Знахідка одеська	6,53	109,9
16/237 – Херсонська безоста/ Nevesinjka	6,91	116,3
16/392 – Мудрість/Кларіса	6,36	107,1
15/405 – Дріада 1/NS 471	6,54	110,0
16/410 – Херсонська безоста/ Знахідка одеська	6,58	110,8
15/409 – Асканійська/Соломія	7,09	119,4
15/431 – Асканійська/Соломія	6,94	116,8
15/435 – Асканійська/Кларіса	6,67	112,3
НІР <sub>05</sub> т/га	0,34	

Необхідно підкреслити, що індекс продуктивності може коливатися залежно від умов вирощування (головним чином від площі живлення рослин), тому він не може виражати абсолютну і стабільну біологічну характеристику сорто типу. Користуючись ним, необхідно порівнювати біотипи, які вирощувались за мінімальною різницею умов зовнішнього довкілля. Використовуючи рекомендований спосіб, заснований на тісній залежності продуктивності з індексом продуктивності, можна спрямовано вести добір морфобіотипів уже з гібридного розсадника.

Тому для випробування на продуктивність сорту немає необхідності доводити всі індивідуальні добори до контрольного розсадника. Ефективну вибраковку низьковрожайних форм можна проводити в розсаднику доборів, а сівбу в селекційному і контрольному розсадниках проводити лише тих ліній, які відрізнялись підвищеним індексом продуктивності.

Таким чином, кількісний облік синхронності стеблоутворення озимої пшениці дає змогу виявити істотну різницю за цим показником між сортами і виділити ряд високоврожайних морфобіотипів із підвищеною високою синхронністю розвитку пагонів кущіння. Різні умови вирощування загалом мало змінювали характер прояву цієї ознаки, що говорить про досить високу її генотипову мінливість.

Найбільшим індексом продуктивності володіють рослини, у яких колосіння вторинних пагонів проходить у короткі строки. Потенційна продуктивність рослин у суцільному посіві тим більша, чим вище значення індексу продуктивності. Ця ознака може бути надійним критерієм у ранній діагностиці високоврожайних генотипів, тому що він визначається у фазу розвитку рослин, яка характеризується найбільшою генетичною стабільністю, коли є можливість для чіткої ідентифікації генотипу за фенотипом.

### **3.3.2 Особливості фотосинтетичної діяльності різних сортів озимої пшениці**

Більшість важливих господарських ознак пшениці формується в процесі росту і розвитку рослин. Темпи і ритми цього процесу контролюються відповідними генетичними системами, які під впливом температурно-світлового режиму й інших чинників зовнішнього довкілля визначають загальну тривалість вегетаційного періоду рослин.

Тривалість вегетаційного періоду істотно визначає не лише рівень урожайності з підвищенням фотосинтетичної активності сорту, але і його стійкості до посухи, фітопатогенів та іншим стресовим факторам [175].

Відома загальна біологічна закономірність: з підвищенням тривалості вегетаційного періоду в сприятливих умовах потенційна продуктивність генотипів підвищується [176].

У селекційних програмах необхідно вирішити два складних завдання:

- 1) створити сорти з тривалістю вегетаційного періоду, які б максимально відповідали динаміки головних кліматичних факторів (волога, температура, тривалість дня) і реалізації потенційних можливостей генотипу;
- 2) створити скоростиглі сорти з достатньо високим рівнем урожайності зі сполученням інших господарсько-корисних ознак.

Фотосинтез рослин займає центральне місце серед різних біологічних функцій і зумовлює матеріальну і енергетичну основу для здійснення всіх біосинтетичних процесів. Біля 90–95% біомаси рослин складають органічні речовини, які формуються в процесі фотосинтезу [177]. Тому фотосинтез виконує головну роль у продукційних процесах, які в кінцевому результаті визначають рівень урожаю [178].

Пшениця в період максимальних добових приростів біомаси (вихід в трубку-колосіння), коли її листовий індекс наближається до 5–6 і більше, може поглинати до 90% падаючої фотоактивної реакції (ФАР). За цих умов коефіцієнт використання увібраної ФАР у фотосинтезі досягає 16–17%. Але з урахуванням часу, необхідного для нарощування листової поверхні за оптимальних для поглинання ФАР розмірів, а також часу, на протязі якого поверхня і фотосинтетична активність листків зменшується (перед дозріванням зерна), максимальне використання поступаючої ФАР у фотосинтезі може досягти не більше 10%.

До 40–50% її витрачається на дихання у продукційних процесах надземної маси і кореневу систему. Таким чином ККД ФАР дорівнює приблизно 3–5%. Якщо частку зерна у загальній біомасі прийняти за 40–45% (це більш характерно для короткостеблових сортів), тоді теоретично можлива максимальна врожайність озимої пшениці буде дорівнювати 180–200 ц/га.

Всі генотипові властивості рослин, у тому числі і потенціал високої врожайності проявляються в онтогенезі, тобто в процесі росту і репродуктивного розвитку. Фотосинтез –

інтегральна властивість різних сторін метаболізму, має тісний зв'язок із синтезом органічних речовин, а ріст і розвиток (колосіння, цвітіння) – це інтегральний вираз різноманітних фізіологічних процесів: водообміну, живлення, асиміляції, тощо [179].

Але якщо фотосинтез і ріст відбуваються з різною інтенсивністю за умов широкого діапазону температури і світла, то періоди розвитку і різноякісності онтогенезу здійснюються під впливом названих факторів, відбуваються лише за умов їх певних параметрів. Так, різні сорти озимої пшениці яровизуються лише за певних температур і тривалості їх дії; перехід до генеративного розвитку і колосіння в оптимальних ритмах відбувається за умов відповідності генотипової реакції рослин на фотоперіод.

М. І. Зеленський на основі аналізу літературних джерел зробив висновок, що у багатьох сільськогосподарських культур існують генотипи, які стабільно відрізняються високим рівнем фотосинтезу; з іншого боку, є зразки з середнім або низьким рівнем фотосинтетичної активності. Це може свідчити про наявність генотипової мінливості цієї найважливішої у живій природі фізіологічної властивості. Разом з тим автор вказує на те, що найбільш високою інтенсивністю фотосинтезу серед пшениць відрізняються примітивні диплоїдні види з вузькими листками і дрібним зерном; сучасні високоврожайні сорти гексаплоїдної (м'якої) пшениці характеризуються широкими листками і низьким рівнем інтенсивності фотосинтезу. Це може означати, що висока продуктивність сучасних сортів забезпечується потужним потенціалом, який є результатом поступових мікроеволюційних змін під впливом селекції на продуктивність.

У зв'язку з вирішенням проблеми підвищення врожайності озимої пшениці значно зростає роль фізіолого-генетичних досліджень у мінливості структури і функцій фотосинтетичного апарату.

Ці дослідження набувають особливо важливого значення при вирішенні завдань селекції низькорослих сортів, які відрізняються від звичайних генотипів розмірами окремих фотосинтезуючих органів, у першу чергу міжвузлів і листкової поверхні.

У цьому плані ще не накопичено достатньої кількості матеріалу, а той, який є, дуже суперечливий, тому необхідні додаткові дослідження з порівняльного вивчення контрастних сортів у різних агроекологічних зонах і умов вирощування.

Інтенсивне поповнення сортового складу універсальних і альтернативних сортів, їх широке практичне використання потребує вирішення питань про вплив їх морфоструктурних елементів і біологічних властивостей на формування їх фотосинтетичного потенціалу та зв'язку його з формуванням урожайності і якості зерна.

У наших дослідженнях у сортів з різною морфобіологічною структурою рослин ступінь кореляційної залежності між площею листкової поверхні і чистою продуктивністю фотосинтезу не змінювалася протягом усіх фаз розвитку рослин – кущення, вихід в трубку – ріст стебла, колосіння – формування зерна і була, відповідно, на досить високому рівні ( $r = 0,82 \pm 0,08$ ;  $0,76 \pm 0,11$ ;  $0,65 \pm 0,10$ ).

Виявлено також високий позитивний взаємозв'язок між висотою рослин під кінець онтогенезу з площею листкової поверхні в період трубкування – ріст стебла (табл. 3.18).

У міжфазному періоді «Колосіння – формування зерна» спостерігається позитивна залежність між висотою рослин, площею листкової поверхні і листовим індексом, але в період наливу зерна ця залежність у більшості вивчених сортів змінювалася в протилежному напрямі, особливо це характерно для середньорослих сортів.

На відміну від них, низькорослі сорти (Херсонська 86, Альбатрос одеський, Кларіса, Асканійська, Асканійська Березина, Перлина), в яких висота рослин була на рівні 95–100 см,

Таблиця 3.18 – Площа листової поверхні, листковий індекс і чиста продуктивність фотосинтезу у різних сортів озимої пшениці за умов зрощення (2016–2019 рр.)

Сорт	Кущіння			Трубкування – ріст стебла			Колосіння – формування зерна			Налив зерна			Урожайність, т/га	Висота рослин, см
	Площа листової поверхні, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Чиста продуктивність фотосинтезу, кг/га/добу	Листковий індекс	Площа листової поверхні, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Чиста продуктивність фотосинтезу, кг/га/добу	Листковий індекс	Площа листової поверхні, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Чиста продуктивність фотосинтезу, кг/га/добу	Листковий індекс	Площа листової поверхні, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Чиста продуктивність фотосинтезу, кг/га/добу	Листковий індекс		
Херсонська безоста	2,41	27,2	3,0	5,50	560	7,8	7,0	840	5,35	4,35	410	3,79	5,12	104
Херсонська 99	2,51	28,1	3,1	5,54	490	6,8	6,9	820	5,30	4,25	415	3,84	5,32	106
Кірена	2,54	28,4	3,1	5,66	415	6,9	6,85	815	5,25	4,25	389	3,80	5,29	106
Ярославна	2,60	29,0	3,3	5,68	535	6,7	7,45	860	5,00	4,30	470	3,90	5,10	109
Асканійська	1,99	28,1	2,9	5,15	480	6,4	7,18	790	4,90	5,15	520	4,30	5,84	98
Асканійська Берегія	2,15	28,0	3,0	5,25	510	6,5	7,25	800	4,95	5,20	520	4,15	6,02	96
Перлина	1,80	24,1	3,2	4,90	501	6,3	7,19	750	5,75	5,35	530	4,65	5,77	95
Дріада 1	2,61	28,2	3,1	5,60	520	6,6	7,30	820	4,95	4,65	410	3,80	5,17	107
Херсонська 86	1,80	23,6	3,0	4,85	495	6,2	7,09	730	5,70	5,25	520	4,60	5,30	90
Альбатрос одеський	1,68	23,6	2,7	4,80	465	5,8	6,8	750	5,10	4,96	520	4,50	5,28	94
Кларіса	1,85	24,0	3,2	4,90	500	6,4	7,19	740	5,80	5,35	530	4,65	5,29	90
Соломія	1,80	24,0	2,9	4,80	485	6,2	7,06	725	5,68	5,30	525	4,55	4,81	86
Зимоярка	1,60	23,1	2,6	4,70	460	5,6	6,6	745	5,05	5,00	510	4,35	3,84	104
Хуторянка	1,62	23,6	2,7	4,68	458	5,4	6,8	750	5,15	5,06	520	4,40	4,02	102

НІР<sub>05</sub> 0,20–0,32

формували більш вирівняний стеблостій з синхронним проявом продуктивних пагонів. Ця важлива особливість дала їм можливість у період наливу зерна сформувати більшу листову поверхню і листовий індекс, а в кінцевому результаті, відповідно, і більшу врожайність.

Більша продуктивність фотосинтезу у низькорослих сортів під кінець онтогенезу, головним чином, формувалася за рахунок більшої кількості продуктивних пагонів, відповідно стеблових листків.

Низькорослі сорти (Асканійська, Асканійська Берегиня, Кларіса, Перлина, Херсонська 86) у період наливу зерна формували листову поверхню на рівні і значно вище середньорослих сортів, але їх продуктивність була вищою порівняно з ними за рахунок більшої кількості продуктивних стебел на одиницю площі.

Нами для характеристики фотосинтетичного апарату використовувався показник питомої щільності листової поверхні, цей показник закономірно зростав до фази наливу зерна, а на кінцевому етапі онтогенезу його абсолютне значення знижувалось.

Встановлено, що універсальні сорти (Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина, Херсонська 86), які створювались для різних умов вирощування (зрошення, без зрошення, пізні строки сівби та ін.), мають підвищену питому щільність листової поверхні, порівняно з менш толерантними до несприятливих умов середньорослими сортами Дніпровська 846, Дріада 1, Ярославна.

Для незрошуваних умов цінними є сорти з пониженою питомою щільністю листової поверхні (ПЩП), що дозволяє їм більш економно використовувати асимілянти на формування листової поверхні.

При зрошенні, де створюються оптимальні умови водозабезпеченості і живлення, більш урожайні біотики з підвищеною ПЩП. Про це свідчить висока позитивна кореляція між

середнім за вегетацію ПЩП і врожайністю ( $r = 0,86 \pm 0,06$ ) і між врожайністю з ПЩП, визначеної у фазі колосіння ( $r = 0,74 \pm 0,10$ ).

Таким чином, висока позитивна залежність між питомою щільністю листової поверхні і врожайністю зерна дає можливість для прогнозування продуктивності рослин озимої пшениці на ранніх етапах селекційного процесу [21].

Різниця за площею листової поверхні, чистою продуктивністю фотосинтезу залежала не тільки від сортових особливостей, а і від густоти стеблостою і строків сівби. Практично у всіх сортів озимої пшениці максимальні розміри листової поверхні відмічені в період колосіння – формування зерна.

У період наливу зерна ряд сортів озимої пшениці (Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина і сорт альтернативного типу Кларіса) за ряду умов вирощування ще зберігали максимальну листову поверхню. Так, ці сорти, знижуючи її при ранньому строку сівби, зберігали абсолютну величину листового апарату при оптимальному та пізньому строках сівби. У наступних етапах органогенезу площа листової поверхні різко знижувалась головним чином, як результат відмирання листків нижнього і середнього ярусів.

У цілому строки сівби озимої пшениці значною мірою, визначали формування листової поверхні, найбільш велика фотосинтетична поверхня формувалася при ранньому строку сівби, дещо нижче при оптимальному. При цьому значне коректування вносили різні норми висіву зерна.

Численними науковими працями вчених встановлено, що площа листової поверхні безпосередньо впливає на формування врожаю сільськогосподарських культур, у тому числі пшениці озимої [179]. Величина врожаю пшениці озимої визначається фотосинтетичною діяльністю листа, від площі якого залежать цифрові градієнти коефіцієнта ефективності цього процесу. Однією із умов отримання високого врожаю зерна пшениці озимої є забезпечення оптимального розвитку площі



листяної поверхні рослин у посіві при максимальній її працездатності [180].

Формування площі листяної поверхні пшениці озимої залежить дуже залежить від біологічних особливостей сорту [181]. Є сорти, які мають високий коефіцієнт кушення і тому вони формують більшу площу листяної поверхні, а інші – меншу.

Вважається, що короткостеблові сорти відрізняються кращою ефективністю використання сонячної радіації, вони більше знижують урожай під впливом посухи, що пов'язано зі зменшенням маси їх коренів у верхньому шарі ґрунту (40 см), у порівнянні з середньорослими. Тому, у посушливих регіонах перевагу мають середньорослі та високорослі сорти пшениці, які здатні формувати 10–30% маси зерна за рахунок фонду реутилізації вуглеводів та азоту з листків і стебла [182].

Площа листя пшениці озимої максимальних розмірів досягає перед колосінням, після чого поступово зменшується через відмирання нижніх листків.

У результаті проведених трирічних досліджень у зоні Південного Степу України (Новоодеський район – нині Вознесенський, Миколаївської області), площа листяної поверхні рослин пшениці озимої сортів Подолянка, Косовиця, Наталка та Благодарка одеська змінювалася по фазам вегетації і різнилася по сортам. В середньому за 2011–2013 рр. більшим цей показник сформовано у рослин сорту Наталка: 22,3 тис. м<sup>2</sup>/га (кушення); 56,4 тис. м<sup>2</sup>/га (вихід у трубку); 27,9 тис. м<sup>2</sup>/га (колосіння); 8,2 тис. м<sup>2</sup>/га (молочна стиглість) (табл. 3.19).

Найменшою площа листяної поверхні рослин пшениці озимої зафіксовано у рослин сорту Подолянка: 20,0; 46,9; 24,8; 8,9 відповідно.

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин досліджуваних сортів пшениці озимої у міжфазний період «Вихід у трубку-колосіння» була більшою у 2013 р. і коливалася від 9,39 г/м<sup>2</sup>/д (Подолянка) до 9,93 г/м<sup>2</sup>/д (Косовиця) (табл. 3.20).

**Таблиця 3.19 – Динаміка наростання площі листкової поверхні рослин пшениці озимої (тис. м<sup>2</sup>/га), середнє за 2011–2013 рр.**

№ з/п	Сорти	Фази вегетації			
		Кущення	Вихід у трубку	Колосіння	Молочно-воскова стиглість
1	Подолянка	20,0	46,9	24,8	8,9
2	Косовиця	20,5	48,5	28,2	9,1
3	Наталка	22,3	56,4	27,9	8,2
4	Благодарка одеська	20,5	49,3	25,7	7,6
<b>Середнє</b>		<b>20,8</b>	<b>50,3</b>	<b>26,7</b>	<b>8,5</b>

**Таблиця 3.20 – ЧПФ рослин сортів пшениці м'якої озимої (г/м<sup>2</sup>/д) у міжфазний період «Вихід у трубку – колосіння» залежно, 2011–2013 рр.**

№ з/п	Сорти	Роки		
		2011	2012	2013
1	Подолянка	8,96	4,66	9,39
2	Косовиця	9,11	3,27	9,93
3	Наталка	9,26	3,60	9,80
4	Благодарка одеська	8,80	3,38	9,40
<b>Середнє</b>		<b>9,10</b>	<b>3,73</b>	<b>9,56</b>

Найменшим цей показник сформовано у 2012 р. – 3,27–4,66 г/м<sup>2</sup>/д. [183].

### 3.3.3 Посухостійкість різних морфобіотипів озимої пшениці залежно від фізіологічного стану рослин

Реалізація потенційної продуктивності сортів озимої пшениці зумовлюється багатьма умовами. У різних агрокліматичних зонах України врожайність може обмежуватись різними лімітованими чинниками. Зокрема, у степовій зоні одним із серйозних лімітованих факторів є вологозабезпеченість. В

окремі роки буває неможливо одержати повноцінні сходи озимої пшениці через гострий дефіцит вологи в ранньоосінній період, коли настають оптимальні строки сівби [16].

За даними М. А. Литвиненко [184] між урожайністю та опадами в період серпень – вересень, які забезпечують одержання сходів озимої пшениці, існує істотний кореляційний зв'язок ( $r = 0,68$ ). Крім того, великий вплив на рівень урожайності культури має водозабезпеченість рослин у період формування зерна ( $r = 0,46$ ). Автор робить висновок, що при середньо-багаторічній кількості опадів (400–450 мм) у степовій зоні реалізація потенційної врожайності сучасних сортів обмежується водозабезпеченістю у розмірах 45–55 ц/га.

Встановлено, що для одержання задовільного врожаю озимої пшениці у степовій і лісостеповій зонах України при середніх метеорологічних умовах року необхідно, щоб навесні у метровому шарі ґрунту було 160–200 мм вологи. Але в окремі роки весняні запаси продуктивної вологи різко зменшуються. Зниження запасів продуктивної вологи в одному шарі ґрунту до 20 мм, свідчить про початок посушливого періоду. Три і більше сухих декад, коли запаси вологи становлять менше 10 мм, є ознакою посухи [185].

Проблема посухостійкості озимої пшениці за умов півдня України завжди була актуальною: в посушливі роки врожайність зернових культур знижується в декілька разів, порівняно з сприятливими роками [186].

Шкідлива дія посухи деякою мірою може змінюватися механізмами водоутримання або захисно-компенсаторними реалізаціями організму. Для оцінки ступеня посухостійкості озимої пшениці і інших зернових культур використовують, як відомо, поряд з польовим методом і ряд фізіологічних властивостей [187–189]. Найбільша стійкість сортів до водяного стресу зумовлена здатністю рослин зберігати наявність у них води.

Результатом водозатримної здатності є кількість води, яка утримується рослиною у процесі в'янення. Показником

водозатримної здатності листків чи інших органів можуть бути швидкістю водовіддачі за певний проміжок часу (під час в'янення), ступінь відновлення тургору після в'янення [16].

Таким чином, для підвищення посухостійкості рослин сортів пшениці озимої має велике значення водоутримуюча здатність, зокрема кількість води, яка витрачена листями і яка залишилася після їх в'янення.

Сорти озимої пшениці, які показали найвищу водоутримуючу здатність в посушливі роки в незрошуваних умовах формували у фазу колосіння найбільшу суху масу рослин в цілому ( $r = 0,508-0,691$ ) і суху масу листків головного стебла ( $r = 0,406-0,518$ ). Також спостерігалась позитивна кореляційна залежність між водоутримуючою здатністю рослин і загальним вмістом води в листях [10].

У наших дослідженнях водоутримуюча здатність листків рослин сортів пшениці різного типу розвитку змінювалась залежно від фази розвитку рослин і генотипу. Втрата води рослинами була найменшою у фазу кущення в різні за погодними умовами роки для усіх сортів, поставлених на вивчення, але вже в цей період розвитку рослин спостерігалась диференціація генотипів за водоутримаючою здатністю. Меншу втрату води листями у рослин пшениці озимої зафіксовано у сортів Знахідка одеська (8,4 і 9,8%), Асканійська (9,9 і 9,4%), Асканійська Берегиня (8,4 і 8,6%), Перлина (6,8 і 8,9%), Кларіса (8,4 і 8,6%) (табл. 3.21).

Така тенденція (менше води) зберігалась у даних сортів протягом всього періоду вегетації як у несприятливий, так і в сприятливий роки вирощування і в середньому найменшою була у рослин сорту Перлина у 2020 р. – 23,4%, а найбільша – 41,8% у рослин сорту Зимоярка у сприятливому за волого забезпеченням 2018 р.

У цілому, водоутримуюча здатність рослин в усіх досліджуваних сортах знижувалась до фази колосіння, а в період наливу зерна вона знову підвищувалась.

**Таблиця 3.21 – Втрата води листями у різних сортів озимої пшениці залежно від фаз розвитку рослин в умовах зрошення, %**

Сорт	Фази розвитку рослин				Середнє
	кущіння	вихід в трубку	коло-сіння	налив зерна	
<b>2020 р. – несприятливий</b>					
Херсонська безоста	11,4	33,6	44,8	36,6	31,9
Херсонська 99	10,8	28,8	39,4	31,2	27,6
Кірена	12,5	36,8	41,5	38,1	32,2
Знахідка одеська	8,4	24,5	36,6	29,8	24,8
Антонівка	10,9	29,9	40,2	30,5	27,9
Асканійська	9,9	28,4	39,8	28,9	26,8
Асканійська Берегиня	8,4	22,8	36,4	28,4	24,0
Перлина	6,8	22,9	36,0	27,9	23,4
Кларіса	8,4	24,8	36,4	29,2	24,8
Зимоярка	14,2	39,8	46,9	38,4	34,8
Хуторянка	13,8	38,4	45,2	37,9	33,8
Середнє	10,5	30,2	40,3	32,4	
НІР <sub>05</sub>	1,9	1,6	2,6	1,8	
<b>2018 р. – сприятливий</b>					
Херсонська безоста	10,9	28,8	39,4	31,1	27,6
Херсонська 99	10,8	30,8	38,6	32,4	28,1
Кірена	14,2	36,8	42,8	38,5	33,1
Знахідка одеська	9,8	30,2	34,6	26,4	25,3
Антонівка	10,9	32,4	39,6	32,8	28,9
Асканійська	9,4	30,6	34,9	29,4	26,1
Асканійська Берегиня	8,6	26,6	34,2	22,4	23,5
Перлина	10,9	28,8	36,8	30,9	26,9
Кларіса	8,6	26,6	33,8	24,8	23,5
Зимоярка	19,8	42,8	56,4	48,2	41,8
Хуторянка	16,4	40,6	52,8	46,4	39,0
Середнє	11,8	32,3	40,4	33,0	
НІР <sub>05</sub>	1,6	2,2	2,8	1,9	

Характерно, що в середньому за різних умов вирощування водоутримуюча здатність рослин озимої пшениці була практично на одному рівні, з деякою тенденцією її пониження в сприятливий рік вирощування.

Порівняльна оцінка різних морфобіотипів пшениці різного типу розвитку показала, що практично всі гібридні лінії з більш високою врожайністю (на рівні стандарта і вище) поступово та менше втрачали листями воду. Особливо це характерно для рослин пшениці різного типу розвитку протягом 4 і 8 годин, втрата води через добу практично у всіх ліній різного генетичного походження була на одному рівні (табл. 3.22).

**Таблиця 3.22 – Урожайність різних за водоутримуючою здатністю сортів і ліній пшениці різного типу розвитку в умовах зрошення**

Сорт, походження ліній	Кількість ліній	Втрата води листями за проміжок часу (годин), %			Урожайність, ц/га	
		4	8	24	<i>lim</i>	$\bar{x}$
Херсонська безоста, st	5	31,9	41,2	57,9	61,8–66,2	64,0
Херсонська 99	5	27,6	34,6	50,8	62,8–67,9	65,4
Знахідка одеська	5	24,8	33,6	48,6	64,0–68,2	66,1
Асканійська	5	26,8	35,6	50,1	65,8–70,2	68,0
Кларіса	5	24,8	30,8	46,1	64,8–69,8	67,3
Херсонська безоста / Знахідка одеська	15	29,6	36,6	46,8	66,4–71,8	69,1
Херсонська 99/ Знахідка одеська	15	28,4	39,4	50,8	67,2–72,4	69,8
Асканійська /Кларіса	22	25,4	34,8	46,4	68,1–74,2	71,2
Асканійська /Соломія	20	26,9	35,6	48,9	66,4–70,8	68,6
Дріада 1 /NS 471	18	30,8	38,6	49,8	64,4–69,2	66,8
Мудрість /Кларіса	15	29,4	38,1	48,6	66,4–70,8	68,6
НІР <sub>05</sub>					2,9–3,8	

Залежно від комбінації схрещування втрата води через 4 години у більш продуктивних ліній була меншою на 5,2–11,8%, порівняно з менш продуктивними лініями, відповідно після 8 годин на 4,6–10,9%. Такої закономірності прояву водотримуючої здатності у різних за висотою рослин не спостерігалось. Це очевидно, пов'язано з тим, що за умов зрошення у них немає великої різниці в формуванні листкової поверхні. Така закономірність пов'язана, головним чином, з відповідним генотипом і здатністю рослин уникнути водяного стресу за рахунок зниження транспірації у відповідь за високу температуру і низьку вологість повітря [10].

Важливе значення в формуванні посухостійкості мають морфофізіологічні особливості рослин пшениці, які теж контролюються генотипом як цілісною системою.

Ми вивчали втрату води різними органами рослин під час в'янення біомаси в групі селекційних ліній рослин одного генетичного походження (Херсонська безоста/Знахідка одеська), які розрізняються між собою однією морфофізіологічною особливістю (остистість, безостість) (табл. 3.23).

В результаті досліджень встановлено, що в умовах різної водозабезпеченості остисті форми з різною висотою рослин характеризуються більш високою водозатримною здатністю, ніж безості форми. Як видно із таблиці 3.23, в умовах зрошення після 6-годинного в'янення листя остистих форм витрачали 33,4–36,1% води, безості 41,4–43,6%.

В умовах без зрошення спостерігалась аналогічна ситуація, але у даному випадку витрати води у всіх біоваріантів була на 2,3–2,5% нижчі. Це можна пояснити більш високим адаптивним потенціалом рослин пшениці. Які вирощувались в умовах водного дефіциту.

Перевага остистих форм за водозатримною здатністю, особливо чітко появилась у процесі витрат води у колосів. Остисті колоси рослин, які вирощувались в умовах зрошення, після 6-годинного в'янення витрачали 31,6–37,2%, води від її

**Таблиця 3.23 – Водозатримна здатність (в %) різних морфобіотипів озимої пшениці за різних умов вирощування**

Морфобіотипи селекційних ліній	Тривалість в'янення, год.					
	6			9		
	Л	С	К	Л	С	К
<b>Зрошення</b>						
Остистий високорослий	36,1	32,8	31,6	50,6	47,4	43,2
Остистий середньорослий	37,0	33,6	33,2	51,5	48,9	49,9
Остистий низькорослий	33,4	38,1	37,2	53,8	50,1	59,8
Безостий високорослий	42,8	38,1	51,6	54,8	49,7	56,4
Безостий середньорослий	43,6	38,6	52,2	55,1	51,0	56,8
Безостий низькорослий	41,4	44,2	59,4	58,8	56,0	62,4
<b>Без зрошення</b>						
Остистий високорослий	32,6	28,4	27,8	49,0	46,5	42,4
Остистий середньорослий	33,3	29,4	23,6	50,8	47,6	43,5
Остистий низькорослий	36,5	31,0	32,8	54,6	50,7	45,2
Безостий високорослий	39,7	37,5	48,3	53,4	49,2	54,1
Безостий середньорослий	40,0	33,3	48,7	54,0	48,8	56,3
Безостий низькорослий	48,2	44,3	59,8	59,4	55,2	64,6

Примітка: Л – листя; С – стебла; К – колосся

початкової кількості, а безості колоси – 51,6–59,4%. У остистих форм рослин, які вирощувались без зрошення, витрати води генеративними органами була дещо меншою, але їх перевага над безостими морфобіотипами була теж істотною.

Після 9-годинного в'янення кількість втраченої води у селекційних ліній збільшилась, але диференціація морфобіотипів зберігалася. Головними чинниками відмінностей морфобіотипів були наступними: по-перше: листя, стебла, колосся рослин в остистих лініях витрачали води менше, ніж безості; по-друге: короткостеблові селекційні лінії як з остистим, так і безостим колосом мали значно меншу водозатримну здатність, ніж середньо-високорослі селекційні лінії.



Порівняння результатів досліджень селекційних ліній у різні терміни в'янення показало, що існують деякі відмінності між ними. Встановлено, що після 6-годинного в'янення остисті і безості форми розрізняються значно менше ніж після 9-годинного в'янення. Це, можна пояснити тим, що у більш посухостійких біотипів, які володіють підвищеною водозатримною здатністю, критична межа втрати води настає пізніше, ніж у слабостійких селекційних ліній. У наших дослідженнях більш стійкими до дефіциту вологи були остисті форми з різною довжиною стебла, але перевага була за середньо- і високорослими морфобіотипами.

Таким чином, підвищення стійкості рослин до посухи залежить від спрямованого використання відповідної фізіологічної системи генотипу. Виявлений позитивний зв'язок між водотримуючою здатністю генотипів і врожайністю можна використати при створенні високопродуктивних сортів озимої пшениці, стійких до несприятливих умов вирощування.

У зв'язку з глобальним потеплінням клімату, в пріоритеті є використання сортів стійких до посухи. Один із методів оцінювання посухостійкості сортів є рівень зниження урожайності на фоні посухи порівняно зі сприятливими за вологозабезпеченням і температурним режимом роками [56, 190].

За результатами державного сортовипробування досліджувані сорти пшениці озимої мають від підвищеної (МІП Ассоль, Мудрість одеська, Центуріон, Глаукус) до високої (Дума одеська, МІП Валенсія, Кошова, Марія, Диво, Здобна, Легенда білоцерківська, Квітка полів, Пам'яті Гірка, Краєвид, Сталева, Фаустус, Фелікс, Катаріна) і дуже високої (Озерна) стійкості до посухи [191, 192]. Нашими дослідженнями встановлено, що незначна частина досліджуваних сортів характеризується генетично зумовленою підвищеною стійкістю до посухи. Аналіз урожайності пшениці озимої за період з 2020 по 2021 роки вказує на різну реакцію досліджуваних сортів на погодні умови регіону вирощування (табл. 3.24).

**Таблиця 3.24 – Урожайність зерна пшениці м'якої озимої залежно від сорту, т/га**

№ з/п	Сорти	Середня за роки державного сортовипробування в зоні Степу	2020	2021	+ – до 2020 р.
1	Озерна	5,53	5,57	6,53	-0,96
2	Сталева	5,43	5,34	6,43	-1,09
3	Квітка полів	5,63	5,09	6,01	-0,92
4	Легенда білоцерківська	5,16	4,56	6,23	-1,67
5	Мудрість одеська	4,83	4,97	6,21	-1,24
6	Дума одеська	5,63	5,18	6,41	-1,23
7	Кошова	5,43	5,08	6,34	-1,26
8	Марія	5,30	4,91	6,02	-1,11
9	Здобна	5,08	4,76	6,19	-1,43
10	Диво	5,58	4,71	6,08	-1,37
11	МІП Ассоль	4,06	4,08	6,21	-2,13
12	МІП Валенсія	5,31	4,50	6,02	-1,52
13	Пам'яті гірка	5,25	5,20	6,87	-1,67
14	Краєвид	5,22	5,08	6,48	-1,40
15	Катаріна	4,86	3,12	6,37	-3,25
16	Центуріон	3,77	4,87	6,02	-1,15
17	Фелікс	5,50	4,01	6,12	-2,11
18	ПОНТІКУС	5,79	4,13	6,42	-2,29
19	Фаустус	5,79	4,29	6,26	-1,97
20	Глаукус	4,56	4,92	6,41	-1,49
<b>Середня урожайність по сортам</b>			<b>4,75</b>	<b>6,28</b>	<b>-1,53</b>
НІР <sub>0,05</sub> (т/га) часткових відмінностей			0,20	0,24	

Так, меншу урожайність зерна (3,12 т/га) у посушливому 2020 р. сформовано сортом Катаріна, що на 3,25 т/га або 34,3 % менше, ніж середня урожайність по усім досліджуваним сортам, тоді як у сприятливому за вологозабезпеченням 2021 р. урожайність сорту склала 6,37 т/га, що на 1,4 % перевищило середню урожайність по сортам у цьому ж році. Більше знижували врожайність зерна у 2020 р. порівняно з 2021 р. сорти пшениці озимої МІП Ассоль (-2,13 т/га), Фелікс (-2,11 т/га) та Понтікус (-2,29 т/га).

Більш стійкими до посухи визначено сорти пшениці озимої Квітка полів та Озерна, урожайність яких у 2020 р. становила 5,09 т/га і 5,57 т/га відповідно, що на 0,92 т/га та 0,96 т/га менше, ніж у 2021 р. Сорти Сталева, Марія та Центуріон помірно знижували врожайність у 2020 р. у порівнянні з 2021 р., що може вказувати на їх пристосованість до посухи.

Отже, у зоні Південного Степу України слід сіяти сорти пшениці озимої з високою та підвищеною посухостійкістю – Озерна, Сталева, Марія, Центуріон, які незалежно від погодних умов року можуть давати стабільний врожай на рівні 5,87–6,53 т/га. У сприятливому за волого забезпеченням 2021 р. високу врожайність зерна (6,41–6,87 т/га) сформували сорти Пам'яті Гірка, Краєвид, Дума одеська, Кошова, Понтікус, Глаукус [2].

### **3.3.4 Стійкість до грибних захворювань (бура іржа, борошниста роса)**

З інтенсифікацією виробництва і підвищенням продуктивності рослин шкідливість хвороб посилюється. Причиною цього є постійна мінливість патогенів, виникнення нових високовірulentних та агресивних рас, штамів, які є супутниками старих і нових сортів пшениці озимої.

Створення сортів, що поєднують високий потенціал урожайності з генетичним його захистом від лімітуючих чинників

середовища, грибкових захворювань – одне з центральних питань в адаптивному землеробстві [193]. Особливо це важливо при зрошенні, де складаються сприятливі умови для розвитку різних фітопатогенів, тому ступінь ураження пшениці хворобами значно посилюється.

Недобір урожаю від ураження рослин бурюю іржею в окремі епіфітотійні роки досягає 26–38% [194]. Розрізняють два типи стійкості до фітопатогенів: вертикальна, або расоспецифічна і горизонтальна, або неспецифічна. Вертикальна стійкість контролюється олігогенами, які взаємодіють з генами вірулентності у паразита. Така стійкість проявляється специфічно до рас, тобто сорт може бути повністю стійким проти одних рас і сприйнятливим до інших.

Горизонтальна стійкість є кількісною ознакою і контролюється полігенно. Стійкий фенотип проявляється у результаті адитивної (сумарної) дії великої кількості «малих» генів стійкості, які не мають індивідуального фенотипового вираження. Цей тип стійкості ще називають польовою стійкістю. Установлено, що горизонтальна стійкість сильно залежить від зовнішніх чинників довкілля: вологості, температури і норми первинного інокулюма.

У зв'язку з тим, що у природному фоні не в усі роки виникають умови для характерного прояву хвороб, ми використовували агротехнічні фактори (попередники, строки сівби), які дали змогу одержати диференційну оцінку за ступенем резистентності різних генотипів до фітопатогенів. Це дає можливість підібрати більш стабільні за продуктивністю та стійкі або толерантні до хвороб сорти озимої пшениці і цілеспрямовано використовувати їх в селекційному процесі.

У наших дослідженнях [195] ураження рослин бурюю іржею і борошнистою росою добраних сортів за продуктивністю спостерігалось кожен рік, досліджувані сорти озимої пшениці мали різну сприйнятливість залежно від генотипу та умов вирощування (табл. 3.25).

**Таблиця 3.25 – Ступінь ураження сортів озимої пшениці бурюю іржею і борошністою росюю за різних умов вирощування, %**

Сорт	Строк сівби	Попередник			
		чорний пар	ріпак озимий	чорний пар	ріпак озимий
		1		2	
1	2	3	4	5	6
Середнє за 3 роки (2005–2008 рр.)					
Дріада 1	10.09	22,6	25,3	33,3	31,7
	20.09	18,3	20,8	31,7	33,3
	30.09	13,0	16,2	21,7	21,7
	$\bar{x}$	18,1	21,3	28,8	28,9
Херсонська безоста	10.09	20,0	23,6	33,3	35,0
	20.09	18,3	20,0	28,3	30,0
	30.09	11,9	14,5	21,7	21,7
	$\bar{x}$	16,8	19,4	27,8	32,2
Вікторія одеська	10.09	15,0	16,2	23,3	31,7
	20.09	11,9	16,2	23,3	23,3
	30.09	6,8	12,8	13,3	13,4
	$\bar{x}$	11,2	15,0	21,1	22,8
Знахідка одеська	10.09	15,5	19,3	15,0	18,3
	20.09	20,0	16,7	20,0	21,7
	30.09	7,7	12,2	8,3	8,4
	$\bar{x}$	11,8	15,2	14,4	15,0
Середнє за 3 роки (2016–2019 рр.)					
Херсонська 99	10.09	20,5	22,3	29,3	27,7
	20.09	16,4	17,7	27,6	29,3
	30.09	11,0	13,4	17,8	18,9
	$\bar{x}$	15,8	17,8	24,9	25,3

Продовження табл. 3.25

1	2	3	4	5	6
Кларіса	10.09	18,4	20,2	26,3	24,6
	20.09	14,8	11,3	20,6	27,8
	30.09	9,0	11,1	14,2	15,6
	$\bar{x}$	14,1	14,2	20,4	22,7
Асканійська	10.09	19,5	20,4	24,4	23,6
	20.09	15,4	15,6	18,6	22,1
	30.09	10,0	11,8	12,4	14,1
	$\bar{x}$	13,6	15,9	18,5	19,9
Асканійська Берегиня	10.09	18,6	19,0	20,4	22,6
	20.09	14,4	13,9	17,8	18,4
	30.09	9,0	10,6	11,8	12,1
	$\bar{x}$	14,0	14,5	16,7	17,7

Примітка: 1 – буро іржа; 2 – борошниста роса

Аналізуючи дані, одержані протягом вегетацій 2005–2008 рр. та 2016–2019 рр., слід відмітити, що ступінь ураження бурою іржею і борошнистою росою за попередниками чорний пар і ріпак озимий сортів озимої пшениці був практично на одному рівні з деякою тенденцією збільшення ураження за попередником – ріпак озимий.

На поширення хвороб значно впливає строк сівби, в середньому за роки досліджень усі сорти раннього і оптимального строку сівби уражувалися більше ніж за пізнього. При цьому виявлена диференціація сортів за ступенем їх резистентності до бурої іржі. Достатню і високу стійкість до даних патогенів за різних умов вирощування показали сорти Знахідка одеська, Кларіса, Асканійська.

З метою виявлення стійких до фітопатогенів сортозразків озимої пшениці ми вивчали їх в колекційному розсаднику за двома попередниками (чорний пар, озимий ріпак) в оптимальні строки сівби.

За два роки вивчення (2019–2020) найвищу стійкість до бурої іржі і борошнистої роси за різних попередників мали: Краснодарська 99, Епоха одеська, Есаул, Знахідка одеська, Нота, Партизанка, Росинка, Вікторія одеська, Nevesinka, Solomia, Evropa 90, Renesansa, Кларіса, Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина.

Таким чином, як провокаційні агрозаходи для визначення резистентності різних сортів озимої пшениці слід використовувати ранні строки сівби і різні попередники.

Максимальна інтенсивність ураження рослин бурою іржею в наших дослідженнях спостерігалась в епіфітотійний 2020 рік, що дало можливість зробити оцінку сортам різного типу розвитку. Висока інтенсивність ураження рослин характерна для сортів Херсонська безоста, Кірена, Антонівка, Дріада 1, Зимоярка. У них недобір урожаю порівняно з несприятливим для розвитку патогена роком коливався в межах 24,5–33,6% (табл. 3.26).

Деякі сорти (Вікторія одеська, Знахідка одеська, Перлина, Кларіса, Асканійська Берегиня, Асканійська), незалежно від інтенсивності ураження фітопатогеном проявили толерантність до бурої іржі, що підтверджується практично однаковим формуванням продуктивності колоса і маси 1000 зерен в різні за проявом фітопатогена роки досліджень.

Різна інтенсивність ураження бурою іржею також зумовила неоднозначний прояв продуктивності у селекційних ліній озимої пшениці в процесі їх добору. Високий ефект добору стійких до цього фітопатогена морфобіотипів спостерігався в гібридних популяцій (Одеська 51 / NS 471, Херсонська безоста / Кларіса, Херсонська 99 / Кларіса, Асканійська / Знахідка одеська) (табл. 3.27).

За нашими даними в умовах епіфітотій сорти Херсонська 86, Херсонська 99, Знахідка одеська, Кларіса, Асканійська, не зважаючи на сприйнятливність до збудників бурої іржі, володіють значною толерантністю.

Таблиця 3.26 – Характер прояву врожайності і елементів структури врожаю у сортів озимої пшениці залежно від інтенсивності ураження рослин бурюю іржею за умов зрошення

Сорт	Несприятливі умови для розвитку фітопатогена (2018)			Сприятливі умови для розвитку фітопатогена (2020)			Недобір урожаю зерна, %
	Урожайність, т/га	Маса, г		Урожайність, т/га	Маса, г		
		зерна з колоса	1000 зерен		зерна з колоса	1000 зерен	
Херсонська безоста	5,59	1,44	41,4	5,04	0,97	37,8	24,5
Херсонська 99	7,24	1,38	42,9	6,08	1,24	41,4	16,0
Дріада 1	7,22	1,32	39,6	4,84	0,97	36,4	33,0
Кірена	7,14	1,48	42,4	5,21	1,24	41,4	28,0
Ярославна	7,01	1,38	42,8	5,90	1,28	41,0	16,0
Асканійська	7,48	1,48	45,4	6,28	1,32	43,4	16,0
Асканійська Берегиня	7,24	1,42	42,8	6,45	1,38	41,2	11,0
Перлина	7,44	1,47	42,1	6,44	1,20	40,8	14,4
Кларіса	7,06	1,42	42,8	6,28	1,38	41,2	11,4
Соломія	6,94	1,34	39,8	6,48	1,22	38,4	6,9
Зимоярка	6,89	1,32	38,6	4,64	0,97	35,4	33,6
Знахідка одеська	7,24	1,36	44,2	6,09	1,30	41,8	16,0
Антонівка	6,84	1,24	39,4	4,68	0,96	35,8	31,5
Мудрість	7,14	1,37	41,4	5,84	1,22	41,0	19,2
Вікторія одеська	6,91	1,36	41,6	6,01	1,19	40,8	13,0
НІР <sub>05</sub> т/га	0,19			0,39			



Таблиця 3.27 – Характер прояву кількісних ознак у різних за стійкістю до бурної іржі селекційних ліній озимої пшениці

Сорт, походження селекційних ліній	Інтенсивність ураження рослин, %	Висота рослин, см	Урожайність, г/м <sup>2</sup>	Маса, г	
				зерна з колоса	1000 зерен
2007–2008 рр.					
Альбатрос одеський	26,5	94–98	570–650	1,2–1,6	38–40
		96	610,0	1,24	41,4
Дріада 1 / Знахідка одеська	20–30	75–105	510–680	1,3–1,6	36–44
		89,8	548,6	1,40	40,0
Одеська 51 / NS 471	5–15	85–110	560–750	1,3–1,8	40–47
		97,5	655	1,55	43,5
Херсонська 86 / Вікторія одеська	10–15	85–100	580–720	1,5–1,9	38–42
		92,5	650	1,70	40,0
Альбатрос одеський / Юна	20–30	100–120	460–660	1,1–1,5	38–40
		110	560	1,30	39
2018–2019 рр.					
Херсонська безоста	20–25	95–105	560–600	1,2–1,5	38–40
		100	580	1,35	39
Херсонська безоста / Кларіса	10–15	80–110	580–690	1,2–1,6	38–44
		95,0	664,5	1,40	41,5
Херсонська 99 / Кларіса	5–10	90–115	580–660	1,4–2,0	42–46
		104,4	626,8	1,65	44,0
Херсонська 99 / Знахідка одеська	15–20	90–110	590–660	1,2–1,8	40–44
		100	625	1,55	42,0
Асканійська / Знахідка одеська	10–15	85–100	610–680	1,5–2,1	43–47
		92,5	645	1,80	45,0

Розрізняють два типи стійкості до фітопатогенів: вертикальна, або расоспецифічна і горизонтальна, або неспецифічна. Вертикальна стійкість контролюється головними, або олігогенами, які взаємодіють з генами вірулентності у паразита (ген для гена). Така стійкість проявляється специфічно до рас, тобто сорт може бути повністю стійким проти одних рас паразита і сприятливим до інших. Негативна сторона такого типу стійкості – її недовговічність. Вирощування сортів, які володіють вертикальною стійкістю, призводить до накопичення вірулентних рас, через що вони через деякий час стають сприйнятливими. Селекція на вертикальну стійкість проводиться за безперервною схемою: сорти, які періодично втрачають стійкість, замінюються новими.

Горизонтальна стійкість є кількісною ознакою і контролюється полігенно. Стійкий фенотип проявляється у результаті адитивної (сумарної) дії великої кількості «малих» генів стійкості, які не мають індивідуального фенотипового вираження.

Захисний механізм горизонтальної стійкості дуже складний, він визначається різними формами: структурними, фізіологічними, біохімічними.

Цей тип стійкості ще називають польовою стійкістю. Установлено, що горизонтальна стійкість сильно залежить від зовнішніх факторів: вологості, температури і норми первинного інокулюма.

Аналіз численних експериментальних публікацій, присвячених успадкуванню стійкості, показує, що домінування проявляється у 97% випадків, а решта 3% – рецесивне успадкування. Таке становище є наслідком стабільної еволюції рослини – господаря і паразита. Природа визначила єдино вірний напрямок еволюції, в якому господар був головним, ведучим партнером. Можна зробити висновок, що гени стійкості еволюціоно більш старі, домінантні, а гени вірулентності – молоді, рецесивні.

Для генів стійкості проти хвороб характерні неалельні взаємодії типу епістаза, комплементации, або адитивного ефекту. Епістаз проявляється у тому, що гени з недостатньою експресивністю, які контролюють помірну стійкість (тип реакції від «1» до «2»), не проявляється у присутності високоекспресивних генів стійкості (тип реакції «0» або «0 і 1») [16].

Випадки комплементации часто мало відрізняються від адитивного ефекту. Якщо ступінь експресивності гена стійкості нижче межі фенотипового проявлення, то він може проявлятися у присутності другого гена, який теж не має індивідуального фенотипового вираження. Така взаємодія буде формально виражати комплементацию, тобто взаємне доповнення генів, але фактично є типовим випадком адитивного ефекту. Взаємодія генів стійкості може відбуватись з участю модифікаторів і залежати від раси збудника. Одержані експериментальні дані свідчать, що модифікатори генів стійкості взаємодіють з модифікаторами генів вірулентності у паразита за схемою «ген для гена», тобто для кожного гена, який підвищує експресивність стійкості, існує комплементарний ген-модифікатор, який підвищує експресивність відповідного гена вірулентності [196].

Наукова література насичена інформацією про різні типи успадкування стійкості проти хвороб. Вона свідчить про широкий спектр пенетрантності і експресивності генів стійкості. Це є свідчення того, що у різних донорах і джерелах стійкості проти патогенів генетичні механізми, природа стійкості не однозначна як у локальному, так і в глобальному масштабах. Кожний конкретний випадок має певне специфічне значення і може бути використаний для програмування селекційного процесу і прогнозування генетичного ефекту з урахуванням агроекологічних умов і задач селекції [16].

У процесі досліджень нами визначені комбінації, у яких співвідношення R:S зумовлене різними генетичними процесами: моногенною, комплементарною, епістатичною взаємодіями генів стійкості.

Як видно з даних таблиці 3.28 домінування стійкості проти бурої іржі з моногенним контролем було характерним для 16,1% популяцій від загальної кількості вивчених гібридів. Відповідний контроль спостерігався в ряду гібридних популяцій Нота / Овідій, Василина / Писанка, Епоха одеська / Нота, Нота / Лютесценс 2366 та інші.

**Таблиця 3.28 – Структура гібридних популяцій озимої пшениці (F<sub>2</sub>-F<sub>3</sub>) за стійкістю – сприйнятливостю рослин до бурої іржі**

Показники	Кількість	%
Вивчено комбінацій, всього	310	100
у тому числі комбінацій з визначеними співвідношеннями R:S – 3:1	50	16,1
R:S – 1:3	38	12,3
R:S – 15:1	29	9,3
R:S – 1:15	10	3,2
R:S – 13:3	35	11,2
R:S – 3:13	20	6,4
R:S – 9:7	69	22,3
R:S – 7:9	55	17,7
Інші	4	1,3

Домінування з полімерним контролем стійкості виявився у 9,3% гібридів, у тому числі: Одеська 162 /Херсонська 99, Знахідка одеська / Находка 4, Херсонська 86 /Альбатрос одеський, тощо.

Досить численними були гібридні комбінації з комплементарною взаємодією двох генів стійкості – домінантних (9:7) і рецесивних (7:9), відповідно 22,3 і 17,7%.

Серед комбінацій з комплементарною взаємодією двох домінантних генів стійкості кращими за комплексом цінних господарських ознак були Херсонська 99/Ер.2373, Знахідка одеська/Кларіса, Вікторія одеська/Кірена, Асканійська/Краснодарська 99, Кохана/Краснодарська 99.

Співвідношенням R:S = 13:3, яке відповідає епістатичній взаємодії двох домінантних генів стійкості проти патогена, найбільш часто зустрічались у комбінацій з участю сортів Альбатрос одеський, Херсонська безоста, Одеська 162, Ярославна. Кірена. Частка стійких проти бурої іржі у вивчених гібридних популяцій дорівнює 11,2%, при горизонтальній (расоспецифічній) стійкості диференційована реакція між сортами рослини-господаря і расами паразита відсутня, а ступінь стійкості визначається статистично.

Результати наших досліджень свідчать про те, що горизонтальна стійкість проти бурої іржі може успадковуватись як домінантна, напівдомінантна або рецесивна ознака в залежності від генетичного контролю її у вихідних формах. Стійкість проти бурої іржі домінувала у 29,6–32,5% вивчених гібридних комбінацій і успадковувалась за рецесивним типом у 40,8–41,4% популяцій. При цьому, співвідношення різних типів успадкування стійкості до фітопатогена може змінюватись залежно від генотипу батьківських компонентів, наявності інфекції расового складу патогенів і агроекологічних умов вирощування рослин озимої пшениці.

Тривала стійкість проти хвороб спостерігається у тих випадках, коли еволюція фітопатогена суттєво затримується. Обидва типи стійкості (вертикальної і горизонтальної) можуть контролюватись ідентичними і неідентичними генами, які залежно від генетичного екологічного середовища виконують роль «головних», або «малих» факторів. І перші і другі створюють безперервний ряд мінливості, який взаємодіє з аналогічним рядом вірулентності у паразита. При цьому залишковий ефект головних генів розцінюється як основа тривалої стійкості.

Таким чином, горизонтальну стійкість можна розцінювати як один із компонентів загальної пристосованості (адаптивності) рослин до мінливих умов довкілля. При цьому видові і сортові відмінності рослин за стійкістю до патогенів

зумовлені скоріше особливостями їх залежного метаболізму, ніж специфічною реакцією на контакт з самим патогеном. В основі горизонтальної стійкості лежить інтегрована у масштаб генома для коадаптованих блоків генів, які визначають загальну і специфічну пристосованість рослин; процеси формування горизонтальної стійкості та онтогенетичної адаптації рослин розрізняються більше у кількісних, ніж в якісних вимірах. Через це на характер і ступінь проявлення горизонтальної стійкості рослин проти патогенів має вплив весь (або майже весь) спектр генів, які контролюють формування потенціальної продуктивності та екологічної стійкості.

Ступінь ураження фітопатогеном залежить від наявності генів стійкості у рослин, інфекційного навантаження у зоні зараження і екологічних чинників. Всі ці фактори суттєво впливають на «уповільнене ураження» (толерантність) на фоні горизонтальної стійкості.

Недобір зерна пшениці від різних видів іржі зумовлюється тривалістю епіфітотії та інтенсивністю ураження рослин [197]. Ці два показники інтегруються в загальну площу під кривою розвитку хвороби [193].

Чим більш тривала епіфітотія, вища інтенсивність ураження рослин і швидкість її зростання, тим більший цей показник. Інтенсивність ураження рослин і швидкість її зростання залежить від ступеня стійкості або сприйнятливості сорту, погодних умов, агротехнічних та інших чинників.

Селекція на горизонтальну стійкість є одним із найбільш надійних напрямів створення сортів, які стабільно, на протязі тривалого періоду зберігають стійкість проти патогенів. Відомо, що загальна стійкість у багатьох видах пшениці зберігається на протязі 100 років і більше. Горизонтальна стійкість зустрічається у багатьох старих і сучасних сортах пшениці; селекція цієї культури у минулому розвивалась в основному в напрямі створення сортів як раз з таким типом стійкості.

Гени горизонтальної стійкості фактично майже не відрізняються від основних генів вертикальної стійкості, хоч вони мають незначний індивідуальний фенотиповий ефект.

При селекції на горизонтальну стійкість проти хвороб вирішальним фактором є добір рослин з максимальною кількістю генів. При цьому у першу чергу необхідно розпізнавати і добирати трансгресивні біотиби, в яких накопичене число однозначно діючих генів з позитивним в утилітарному розумінні ефектом. Позитивна трансгресія властивості – один із важливих резервів селекції на підвищення стійкості пшениці проти фітопатогенів [6].

Горизонтальна стійкість у багатьох випадках не забезпечує повного захисту рослин від фітопатогенів. Сорти з таким типом стійкості можуть уражуватись хворобами, тому для надійного захисту від патогенів необхідно створювати сорти, які б поєднували у своєму генотипі гени горизонтальної і вертикальної стійкості. Поєднання горизонтальної і вертикальної стійкості забезпечує високу їх ефективність.

У цьому відношенні велику селекційну цінність мають сорти Nevesinka, NS 471, Партизанка, Обрій, Соломія. Сорти Пересвіт, Одісея, Ювілейна 75 також відносяться до генотипів, у яких расоспецифічна стійкість до переважної більшості біотипів популяції бурої іржі поєднуються з віковою расоспецифічною стійкістю.

Серед багатьох задач, які мають зв'язок з проблемою захисту рослин від захворювань, важливе теоретичне і практичне значення має поєднання в одному генотипі імунітету з іншими господарсько-цінними ознаками – продуктивність, стійкість проти вилягання, зимостійкість, посухостійкість тощо. Ці питання є складовими у вирішенні проблеми поєднання продуктивності та адаптивного потенціалів. Не випадково вони є предметом наукових досліджень у всіх селекційно-генетичних програмах.

Одним з елементів захисту рослин пшениці озимої від хвороб є добір і використання у виробництві стійких сортів [198; 199].

Під час державного сортовипробування пшениці озимої визначають їх стійкість (в балах) до основних грибних хвороб (борошніста роса, бура іржа).

Серед 25 сортів пшениці м'якої озимої, власником яких є Селекційно-генетичний інститут – національний центр насіннезнавства та сортовивчення, дуже високою комплексною стійкістю до борошністої роси та бурої іржі (9,0 балів) виділилися – Журавка одеська, Мудрість одеська, Відповідь одеська, Перспектива одеська, Обряд, Наснага, Ветеран, Зиск, Щедрість одеська, Гарантія одеська (табл. 3.29).

**Таблиця 3.29 – Стійкість до основних грибних хвороб сортів пшениці озимої СГІ – НЦНС НААН під час державного сортовипробування, бал**

№ з/п	Сорти	Стійкість до борошністої роси, бал	Стійкість до бурої іржі, бал
1	2	3	4
1	Місія одеська	7,0	8,0
2	Благодарка одеська	8,0	9,0
3	Журавка одеська	9,0	9,0
4	Ліра одеська	9,0	8,0
5	Мудрість одеська	9,0	9,0
6	Катруся одеська	8,4	8,5
7	Житниця одеська	8,3	8,7
8	Оптима одеська	8,4	8,6
9	Перспектива одеська	9,0	9,0
10	Відповідь одеська	9,0	9,0
11	Дума одеська	8,5	8,9
12	Обряд	9,0	9,0
13	Наснага	9,0	9,0
14	Ветеран	9,0	9,0



Продовження табл. 3.29

1	2	3	4
15	Зиск	9,0	9,0
16	Антонівка	8,0	9,0
17	Щедрість одеська	9,0	9,0
18	Гарантія одеська	9,0	9,0
19	Ліга одеська	8,4	8,4
20	Вірність одеська	7,0	7,0
21	Протекція одеська	7,0	7,0
22	Удача одеська	6,0	7,0
23	Максима одеська	6,0	8,0
24	Перемога одеська	8,0	7,0
25	Основа одеська	8,0	8,0
<b>Середнє</b>		<b>8,2</b>	<b>8,4</b>

Високу стійкість до основних хвороб також мали сорти Благодарка одеська, Ліра одеська, Катруся одеська, Житниця одеська, Оптима одеська, Дума одеська, Антонівка, Ліга одеська, Основа одеська. Сорти Удача одеська та Максима одеська мають середню стійкість до борошнистої роси – 6,0 балів.

Високу стійкість до основних хвороб також мали сорти Благодарка одеська, Ліра одеська, Катруся одеська, Житниця одеська, Оптима одеська, Дума одеська, Антонівка, Ліга одеська, Основа одеська. Сорти Удача одеська та Максима одеська мають середню стійкість до борошнистої роси – 6,0 балів.

Серед проаналізованих 15 сортів пшениці озимої Інституту зрошувального землеробства НААН (нині – Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН) – дуже високу стійкість до борошнистої роси (9,0 балів) мають Херсонська 99, Соборна, Марія, Андромеда та Дніпряна (табл. 3.30).

Дуже стійкі до бурі і ржі сорти пшениці озимої Конка, Соборна, Херсонська фортеця, Аквілегія, Кассіопея, оцінка яких становить 9 балів.

**Таблиця 3.30 – Стійкість до основних грибних хвороб сортів пшениці озимої Інституту зрошуваного землеробства НААН під час державного сортовипробування, бал**

№ з/п	Сорти	Стійкість до борошнистої роси, бал	Стійкість до бурої іржі, бал
1	Анатолія	8,6	8,5
2	Бургунка	8,0	8,5
3	Конка	7,0	9,0
4	Кошова	8,5	8,9
5	Овідій	7,0	8,0
6	Соборна	9,0	9,0
7	Херсонська 99	9,0	8,0
8	Херсонська фортеця	8,0	9,0
9	Ледя	8,3	8,8
10	Марія	9,0	8,0
11	Росинка	7,0	8,0
12	Аквілегія	8,0	9,0
13	Кассіопея	7,0	9,0
14	Андромеда	9,0	8,0
15	Дніпряна	9,0	8,0
<b>Середнє</b>		<b>8,2</b>	<b>8,5</b>

Дуже стійкі до бурої іржі сорти пшениці озимої Конка, Соборна, Херсонська фортеця, Аквілегія, Кассіопея, оцінка яких становить 9 балів.

Сорти пшениці озимої селекції ФГ «Бор» характеризуються високою стійкістю до основних грибних хвороб. Сорти Шестизерна, Шестал, Магістраль, Шаховка мають дуже високу (9,0 балів) комплексну стійкість до борошнистої роси та бурої іржі (табл. 3.31).

**Таблиця 3.31 – Стійкість до основних грибних хвороб сортів пшениці озимої ФГ «Бор» під час державного сортовипробування, бал**

№ з/п	Сорти	Стійкість до борошністої роси, бал	Стійкість до бурої іржі, бал
1	Шестопалівка	8,2	8,5
2	Озерна	8,1	8,4
3	Сталева	8,1	8,4
4	Шестизерна	9,0	9,0
5	Крепиш	8,0	8,0
6	Очаковка	7,0	8,0
7	Тайра	8,5	8,8
8	Магнітка	9,0	8,0
9	Шестал	9,0	9,0
10	Магістраль	9,0	9,0
11	Шаховка	9,0	9,0
12	Шпалівка	8,1	8,4
<b>Середнє</b>		<b>8,4</b>	<b>8,5</b>

Високу стійкість до хвороб (8,1–8,8 балів) мають сорти: Шестопалівка, Озерна, Сталева, Крепиш, Тайра, Шпалівка. Сорт Очаковка має вище середню стійкість до борошністої роси (7 балів) та високу (8 балів) стійкість до бурої іржі.

Серед 13 сортів пшениці м'якої озимої селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН – Запашна, Вигадка, Проня, Гайок та Метелиця харківська – дуже стійкі до борошністої роси (9,0 балів) та бурої іржі (9,0 балів) (табл. 3.32).

Сорти Диво, Краса ланів, Здобна, Патріотка, Принада, Привітна мають високу стійкість до основних грибних хвороб, оцінка стійкості в середньому становила – 8,1–8,8 балів.

**Таблиця 3.32 – Стійкість до основних грибних хвороб сортів пшениці озимої Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва під час державного сортовипробування, бал**

№ з/п	Сорти	Стійкість до борошнистої роси, бал	Стійкість до бурої іржі, бал
1	Диво	8,6	8,7
2	Краса ланів	8,6	8,6
3	Здобна	8,1	8,3
4	Патріотка	8,4	8,6
5	Принада	8,5	8,8
6	Запашна	9,0	9,0
7	Мавка ІР	6,0	7,0
8	Вигадка	9,0	9,0
9	Проня	9,0	9,0
10	Мазурок	7,0	6,0
11	Гайок	9,0	9,0
12	Привітна	8,3	8,5
13	Метелиця харківська	9,0	9,0
<b>Середнє</b>		<b>8,4</b>	<b>8,5</b>

Середньо стійкий до борошнистої роси – сорт Мавка ІР; до бурої іржі – Мазурок, оцінка стійкості яких за роки державного сортовипробування становила 6,0 балів.

Серед 11 сортів пшениці озимої Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН дуже високу комплексну стійкість до основних грибних хвороб мають – МІП Ассоль, МІП Лада, МІП Дніпрянка (табл. 3.33).

Виявлено, що сорти селекції Білоцерківської ДСС ІБКІЦБ НААН мають високу стійкість до грибних хвороб (бура іржа та борошниста роса) серед проаналізованих селекційних установ України та іноземних держав. Так, серед 16 сортів, представ-

**Таблиця 3.33 – Стійкість до основних грибних хвороб сортів пшениці озимої Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН під час державного сорто випробування, бал**

№ з/п	Сорти	Стійкість до борошнистої роси, бал	Стійкість до бурої іржі, бал
1	Трудівниця миронівська	8,4	8,8
2	МІП Вишиванка	8,6	9,0
3	МІП Ассоль	9,0	9,0
4	МІП Валенсія	8,6	9,0
5	МІП Ювілейна	9,0	8,0
6	Грація миронівська	9,0	8,0
7	МІП Лада	9,0	9,0
8	МІП Фортуна	8,0	9,0
9	Балада миронівська	9,0	8,0
10	МІП Дніпрянка	9,0	9,0
11	Ювілейна Патона	8,0	7,0
<b>Середнє</b>		<b>8,7</b>	<b>8,5</b>

лених в таблиці 3.34, п'ять з них (Либідь, Зоря ланів, Рось, Водограй білоцерківський, Лірика білоцерківська) мають комплексну дуже високу (9,0 балів) стійкість до основних хвороб.

Сорти Квітка полів, Муза білоцерківська, Розумниця, Лісова пісня дуже стійкі до бурої іржі (9,0 балів) та стійкі до борошнистої роси (7,0–8,6 балів).

Стійкість до грибних хвороб у сортів Легенда білоцерківська, Відрада, Зорепад білоцерківський, Царівна, Грація білоцерківська, Перлина Лісостепу, Романтика коливається від 8,0 до 8,9 балів, тобто висока (табл. 3.34).

Проаналізувавши 16 сортів селекції ННЦ «Інститут землеробства» НААН, визначено, що комплексно високу стійкість до грибних хвороб має сорт Престижна (табл. 3.35).

**Таблиця 3.34 – Стійкість до основних грибних хвороб сортів пшениці озимої Білоцерківської ДСС ІБКЦБ НААН під час державного сортовипробування, бал**

№ з/п	Сорти	Стійкість до борошнистої роси, бал	Стійкість до бурої іржі, бал
1	Відрада	8,0	8,0
2	Легенда білоцерківська	8,2	8,8
3	Квітка полів	8,4	9,0
4	Либідь	9,0	9,0
5	Муза білоцерківська	8,4	9,0
6	Зорепад білоцерківський	8,4	8,5
7	Розумниця	7,0	9,0
8	Зоря ланів	9,0	9,0
9	Рось	9,0	9,0
10	Водограй білоцерківський	9,0	9,0
11	Царівна	8,9	8,8
12	Лісова пісня	8,6	9,0
13	Грація білоцерківська	8,5	8,8
14	Перлина Лісостепу	8,7	8,8
15	Романтика	8,8	8,8
16	Лірика білоцерківська	9,0	9,0
<b>Середнє</b>		<b>8,6</b>	<b>8,8</b>

Сорти Щедрівка київська, Романівна, Кесарія Поліська, Пам'яті Гірка, Фортеця Поліська, Водограй, Аналог, Пирятинка, Співанка поліська, Полісянка, Ефектна мають середню та дуже високу стійкість до борошнистої роси та бурої іржі, тоді як сорти Любіто, Землероб, Поліська 90 мають вище середню стійкість до грибних хвороб – 7,0 балів.

Сорт пшениці м'якої озимої Краєвид має середню (6,0 балів) стійкість до бурої іржі.

**Таблиця 3.35 – Стійкість до основних грибних хвороб сортів пшениці озимої ННЦ «Інститут землеробства» НААН під час державного сортовипробування, бал**

№ з/п	Сорти	Стійкість до борошнистої роси, бал	Стійкість до бурої іржі, бал
1	Щедрівка київська	8,4	8,6
2	Романівна	8,5	8,8
3	Кесарія поліська	8,4	9,0
4	Пам'яті Гірка	8,4	8,8
5	Краєвид	9,0	6,0
6	Фортеця Поліська	8,0	7,0
7	Престижна	9,0	9,0
8	Водограй	8,5	8,9
9	Аналог	8,3	8,6
10	Пирятинка	8,0	9,0
11	Співанка поліська	9,0	8,5
12	Полісянка	9,0	8,0
13	Ефектна	7,0	9,0
14	Любіто	7,0	7,0
15	Землероб	7,0	7,0
16	Поліська 90	7,0	7,0
<b>Середнє</b>		<b>8,2</b>	<b>8,2</b>

Серед 20 сортів пшениці м'якої озимої селекції іноземних держав комплексну стійкість до основних грибних хвороб мають Центуріон, Трублїон, Ліль; стійкими до даних хвороб є сорти НС Футура, Румор, Фаустус, Атлон, Андрада, Катарїна, Понтїкус, Фелїкс, Турї, Лаваль, Кан, Саласар, Пітон, ГК Корос (табл. 3.36).

Менш стійким до бурої іржі (6,0 балів) є сорт Тїка Така. Отже, загалом сучасні сорти пшениці м'якої озимої, які занесені

до Державного Реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні є стійкими до основних грибних хвороб (борошниста роса та бура іржа).

**Таблиця 3.36 – Стійкість до основних грибних хвороб сортів пшениці озимої іноземної селекції під час державного сорто-випробування, бал**

№ з/п	Сорти	Стійкість до борошнистої роси, бал	Стійкість до бурі іржі, бал
1	НС Футура	8,3	8,7
2	Румор	8,4	8,5
3	Фаустус	8,5	8,9
4	Атлон	8,6	8,8
5	Андрада	8,0	9,0
6	Катаріна	8,0	8,0
7	Центуріон	9,0	9,0
8	ПОНТІКУС	8,3	8,7
9	Глаукус	7,0	8,0
10	Фелікс	8,4	8,9
11	Леммі	9,0	8,0
12	Турі	8,5	8,4
13	Ліль	9,0	9,0
14	Лаваль	8,0	9,0
15	Кан	7,9	8,3
16	Тіка Така	8,0	6,0
17	Трубліон	9,0	9,0
18	Саласар	9,0	8,0
19	Пітон	8,0	9,0
20	ГК Корос	8,0	9,0
<b>Середнє</b>		<b>8,3</b>	<b>8,5</b>



## **ГЕНЕТИЧНИЙ ЕФЕКТ ДОБОРУ МОРФОБІОТИПІВ ЗА КІЛЬКІСНИМИ ОЗНАКАМИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ПРИ РІЗНИХ УМОВАХ ВИРОЩУВАННЯ**

### **4.1 Мінливість і успадкування кількісних ознак озимої пшениці**

Створення нових високоврожайних сортів пшениці м'якої озимої, які включатимуть у свою генетичну структура все цінне, що має в генофонді вид, є одним із основних та перспективних напрямів селекції. Урожайність – складна кількісна ознака залежить від ступеня вираженості окремих елементів продуктивності – довжини головного колоса, маси зерна із колоса, які у більшості випадків успадковуються незалежно одна від іншої [200].

Пристосування організмів до умов зовнішнього довкілля відбувається за рахунок модифікаційної і генотипової мінливості. При цьому така подвійна природа процесу пристосованості впливає з відповідної спадкової конституції самого адаптаційного потенціалу.

Онтогенетична пристосованість гетерозиготних популяцій виступає в якості «буфера», який захищає потенціал генетичної мінливості [202]. При цьому максимуму індивідуальної і популяційної пристосованості генотипів відповідає мінімальна частота і спектр рекомбінантів у їх нащадках [10].

Крім різноспрямованої дії стресових чинників довкілля на домінування доступної до штучного добору генотипової мінливості, умови вирощування гібридних популяцій зумовлюють і характер модифікаційної мінливості адаптивних ознак.

Такі модифікації можуть бути корисними лише в плані підвищення життєдіяльності і продуктивності генотипів, але при цьому вони значною мірою перешкоджають процесу їх генотипової ідентифікації.

Це означає, що у селекційній роботі добір за кількісними ознаками ускладнений через модифікаційну дію зовнішнього довкілля. Один і той же генотип при спонтанній взаємодії чинників довкілля може мати різноманітний фенотиповий прояв ознак. Тому ефективність добору значною мірою залежить від співвідношення рівнів модифікаційної і генотипової мінливості [10].

У наших дослідженнях при визначенні коефіцієнтів модифікаційної і генотипової мінливості виявлено позитивну різницю лише за ознаками «довжина стебла» і «число колосків в колосі» (табл. 4.1).

**Таблиця 4.1 – Генотипова і модифікаційна мінливість кількісних ознак озимої пшениці**

Ознака	Коефіцієнт варіації при мінливості, %		Різниця
	генотиповий	модифікаційний	
Довжина стебла	14,2±1,5	6,9±0,5	+7,3
Кількість колосків в колосі	8,2±0,6	7,4±0,4	+0,8
Довжина колоса	4,9±0,2	17,2±1,2	-12,3
Кількість зерен в колосі	10,8±0,8	16,4±1,0	-5,6
Маса зерна з колоса	9,8±0,7	22,5±2,4	-12,7
Маса 1000 зерен	10,6±1,0	15,2±1,5	-4,6
Маса зерна з рослини	12,4±0,9	38,0±3,6	-25,6
Кількість продуктивних стебел з рослини	16,6±1,5	30,5±3,1	-13,9

Із вивченого набору генотипів генотипова мінливість цих ознак була вищою, ніж модифікаційна, тому добір необхідних морфобіотипів за цими ознаками за різних умов може бути

ефективним. Аналіз одержаних даних дає можливість припустити, що добір необхідних біотипів за продуктивністю можна проводити за масою 1000 зерен ( $V_g = 10,6\%$ ;  $V_m = 15,2\%$ ), числом зерен в колосі ( $V_g = 10,8\%$ ;  $V_m = 16,4\%$ ), і масою зерна з колоса ( $V_g = 9,8\%$ ;  $V_m = 22,5\%$ ). Добір за продуктивністю рослин практично не ефективний ( $V_g = 12,4\%$ ;  $V_m = 38,0\%$ ).

Модифікаційна мінливість виражає спадкову здатність організму відповісти зміною своїх морфологічних і фізіологічних ознак на мінливість чинників зовнішнього довкілля. Він вважав, що агротехнічні прийоми, за яких ураховується специфічна потреба кожного сорту, слугують засобом управління модифікаційною мінливістю.

Вивчення сортової і модифікаційної мінливості залежно від площі живлення і строків сівби рослин дозволило виявити ряд чинників, які маскують модифікаціями генотиповий прояв окремих кількісних ознак. Нами встановлено, що за пізнього і оптимального строків сівби порівняно з раннім, створюються такі умови вирощування рослин, які знижують рівень модифікаційної мінливості елементів продуктивності, і тим самим сприяють виявленню фенотипової відмінності ознак [200].

Оцінка генетичного контролю «довжина колоса» виявила, що довгоколосі сорти озимої пшениці були менш стабільними в прояві цієї ознаки, ніж сорти з коротким колосом. Домінантні алелі детермінували, як правило, короткий колос, рецесивні – довгий. Тож незалежно від умов вирощування, домінування в середньому за сортами озимої пшениці спрямувало в бік зменшення довжини головного колоса.

За нашими даними модифікаційна мінливість довжини стебла у більшості вивчених гібридних популяцій дещо зростала до  $F_5$ . Генотипова мінливість була на досить високому рівні і також мала тенденцію до збільшення в багатьох поколіннях. Така закономірність прояву генотипової мінливості спостерігалась за ознаками продуктивності колоса і маси 1000 зерен.

Коливання параметрів мінливості (*lim*) ознак продуктивності за різних умов вирощування має важливе значення при визначенні сортів озимої пшениці за проявом стабільності і цілеспрямованого використання в селекційній роботі. За нашими даними найменшою варіабельністю за всіма ознаками продуктивності колоса і маси 1000 зерен володіли наступні сорти озимої пшениці: Дріада 1, Знахідка одеська, Вікторія одеська, Куяльник, Повага, Застава, Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина, так у них мінливість за довжиною колоса коливалась в межах 6,4–10,1%, кількості колосків в колосі – 5,7–12,4%, кількості зерен в колосі – 12,9–19,1%, маси зерна з колоса – 16,0–13,4%. За масою 1000 зерен необхідно відмітити ряд сортів озимої пшениці (Херсонська безоста, Херсонська 99, Знахідка одеська, Вікторія одеська, Куяльник, Росинка, Асканійська, Асканійська Берегиня) в яких крупність зерна була в межах 44,5–46,9 гр.

Аналіз параметрів пластичності і стабільності елементів структури врожаю у сортів озимої пшениці виявив, що їх мінливість значно залежить від генотипу. Так, за масою зерна з колосу серед альтернативних сортів значна кількість генотипів відрізнялись значною реакцією на зміну умов довкілля, це в першу чергу сорти Знахідка одеська, Вікторія одеська, Краснодарська 99, Херсонська безоста, Херсонська 99, Асканійська ( $b_i = 1,164\text{--}6,181$ ). Ряд сортів володіють достатньою пластичністю ( $b_i = 0,078\text{--}0,541$ ) – Дріада 1, Росинка, Асканійська Берегиня, Перлина, Куяльник.

Необхідно відмітити той факт, що маса зерна з колоса озимої пшениці практично у всіх аналізуємих сортів володіла більш стабільним проявом ( $S_{d_i}^2 = 0,090\text{--}0,516$ ), порівняно з формуванням кількості зерен в колосі ( $S_{d_i}^2 = 1,008\text{--}14,227$ ), лише декілька сортів (Одеська 267, Ніконія, Куяльник, Знахідка одеська) володіли одночасно стабільністю прояву кількості зерен з колоса і інтегральною ознакою маса зерна з колоса [9].

Висока генотипова мінливість кількості колосків в колосі (51,6%) при середній паратиповій мінливості (24,1%) дає можливість ефективно використовувати цю селекційну ознаку при доборі високопродуктивних морфобіотипів. Довжина колоса значно сильніше модифікується умовами зовнішнього довкілля при незначному прояві генотипової мінливості (15,8%), тому не слід робити ставку на добір крупноколосих форм.

#### **4.2 Вплив зовнішнього середовища і ценотичних умов на прояв кількісних ознак озимої пшениці**

Залежно від ґрунтово-кліматичних і біотичних чинників зовнішнього довкілля дія природного добору не тільки значно обмежує спектр доступної адаптивної фенотипової мінливості, але й зумовлює елімінацію цінних за господарськими ознаками форм. У зв'язку з цим одним із важливих завдань селекції є розробка методів добору рекомбінантних морфобіотипів, які дозволяють зменшити це негативне явище [201].

Мінливість урожайності в окремі роки на 60–80% зумовлена погодними флуктуаціями, а також ваговим впливом на стійкий ріст урожайності чинників зовнішнього довкілля, оптимізувати які за рахунок техногенних засобів не вдається [112]. При цьому високі дози азотних добрив, зрошення, підвищення щільності посіву значно знижують стійкість рослин пшениці до абіотичних і біотичних стресів.

Штучний добір генотипів повинен повною мірою використовувати можливу зміну в фенотиповій структурі популяції під впливом біоценотичних відношень у агроценозі. В умовах агрофітоценозу потенційна продуктивність окремих біотипів реалізується лише на 10–20%. Відмінність сортів за конкурентною здатністю зумовлена 50% фенотипової дисперсії, яка заважає ідентифікувати необхідні біотики за фенотипом.

Нові експериментальні дані потрібні для розуміння шляхів реалізації генетичної інформації у мінливих умовах довкілля, оскільки фенотип будь-якого організму формується в результаті взаємодії генів одержаних від батьків і умов середовища, в яких організм розвивається і функціонує. Відомо, що чинники довкілля можуть змінювати темпи розвитку організму, а інколи і характер експресії генів.

При вивченні характеру прояву кількісних ознак необхідно враховувати нарівні з дією конкурентних абіотичних чинників і модифікуючий вплив ценотичних умов на ріст і розвиток рослин озимої пшениці. У зв'язку з цим виникає задача пошуку закономірностей мінливості прояву і залежності між кількісними ознаками при зміні як генотипових, так і екологічних умов розвитку гібридних популяцій.

З цього питання найбільш результативними були експерименти, проведені в контрастні роки за погодними умовами і ценозах, які створювалися різною щільністю рослин на одиницю площі (схема сівби 30×10 см і 15×5 см) при зрошенні і в незрошуваних умовах.

Для визначення можливості прогнозу зміни величини і направленості коефіцієнтів фенотипової кореляції залежно від ценотичних і умов зовнішнього довкілля нами був обраний триадний модуль з результативною ознакою – «маса зерна з головного колоса» і компонентними ознаками «число зерен в колосі», «маса 1000 зерен».

Збільшення кількості стеблостою у рослин раніше і більшою мірою зумовило конкуренцію за елементами їх життєдіяльності, що впливало на пониження прояву компонентних ознак продуктивності.

Незалежно від погодних умов, коефіцієнти кореляцій між компонентами продуктивності і результативною ознакою були більш вагомими при щільній сівбі (15/5 см) порівняно з розрідженим (30/10) як при зрошенні, так і в незрошуваних умовах. У той час за несприятливих погодних умов року абсо-

лютне вираження кореляцій цих ознак за умов зрошення було дещо вищим, ніж без зрошення, а при сприятливих умовах вегетації зафіксовано подібний характер прояву кореляційного зв'язку цих ознак за різних умов вирощування.

Таким чином, одержані експериментальні дані підтверджують можливість прогнозу кореляцій при зміні ценотичних умов вирощування гібридних популяцій.

Для прискорення селекційної роботи в плані добору високопродуктивних низькорослих біотипів нами проведені експерименти (А.С. №1450709) щодо створення гібридних популяцій [201].

Для цього в фазу цвітіння, починаючи з  $F_2$  гібридних популяцій, проводилося механічне зрізання верхніх колосів, які мали більшу висоту рослин, ніж модель сорту для зрошуваних умов (більше 90 см), а частину популяції залишали без підрізання з метою обліку елімінації короткостеблових біотипів. При цьому в гібридній популяції зберігалася початкова щільність посіву і короткостеблові генотипи, а в подальшому вели їх добір на фоні поступової елімінації високостеблових генотипів.

У наступних поколіннях проводили аналогічну роботу, здійснюючи пересів окремо популяції з підрізанням і без підрізання високорослих рослин. У гібридній популяції з підрізнаними стеблами в наступних поколіннях знову проводили підрізання високорослих форм, які відтворювалися за рахунок підгонів високорослих біотипів. Добір короткостеблових високопродуктивних форм проводили, починаючи з  $F_3$ .

На основі запропонованого способу нами були створені модельні популяції з рівною кількістю за довжиною стебла біотипів озимої пшениці, які відрізнялись чітко вираженими маркерними ознаками (остистість, безостість, окраска колоскових лусок). Уже після триразового пересіву у модельних популяцій, які були створені на основі 50% високорослих і 50% низькорослих біотипів, відбулася значна елімінація коротко-

стеблових форм, а їх залишок характеризувався низькою продуктивністю порівняно з короткостебловими, які були ідентифіковані згідно даного способу відбору. Цей метод дозволив збільшити вихід низькорослих біотипів з добре вираженими елементами продуктивності.

Успіхи селекції на короткостебловість у більшості випадків залежить від використання трансгресивних форм за цією ознакою, але їх добір часто базується на емпіричній основі, тому що певних теоретичних закономірностей в їх прояві ще недостатньо.

У зв'язку з цим запропонований нами спосіб створення гібридних популяцій дозволяє на фоні часткової елімінації високорослих біотипів, не порушуючи конкуренції у співавторстві рослин ценозу, підвищити ефективність добору низькорослих, у тому числі і трансгресивних біотипів, з високою адаптивною нормою реакції до різних умов зовнішнього довкілля.

Штучне створення гібридних популяцій дало можливість поліпшити умови вирощування низькорослих біотипів на фоні елімінації високорослих генотипів. Так, адаптивна цінність низькорослих форм при підрізанні високорослих рослин була на рівні 1,068–1,121, трансгресій – 1,078–1,186, відповідно при природному доборі – 0,772–0,892 і 0,674–0,719.

Характерною особливістю прояву низькорослих трансгресій було те, що штучне створення гібридних популяцій дозволило посилити частоту їх добору, порівняно з методом еволюційної селекції, при якій різко зменшувалася частота трансгресій, але ступінь їх прояву був дещо вищим.

Використання індексів у селекційному процесі є достатньо розповсюдженим методом і ряд дослідників вважають, що всякий індекс краще абсолютної величини [278; 280]. Теоретично таких переваг індексів над абсолютними величинами дві: зменшення мінливості і встановлення тої чи іншої закономірності, невідомої в абсолютних величинах.



Менша модифікаційна мінливість індексів, порівняно з абсолютними величинами ознак, може бути лише в тих випадках, коли ознаки, що входять до складу індексу, мають тісну кореляцію між собою і їх мінливість під впливом умов довкілля мають приблизно однаковий характер.

Наукових розробок по використанню вторинних ознак і індексів у пшениці озимої за прогнозом урожайності у нащадків на ранніх етапах селекції ще недостатньо, що потребує поліпшення відповідної роботи за цими питаннями.

Було визначено прості ознаки і індекси, які в посівах колекційних, селекційних і гібридних розсадниках забезпечили більш достовірну оцінку продуктивності в порівнянні з прямою оцінкою.

На основі експериментальних даних [202], використовуючи статистичний і кореляційний аналізи була здійснена оцінка вторинних ознак і індексів для використання їх в селекційних програмах по знаходженню продуктивних генотипів на ранніх етапах селекції озимої пшениці. У результаті досліджень селекційних ліній озимої пшениці вивчався індекс лінійної щільності колоса (відношення кількості зерен з колоса до довжини колоса) і представлена можливість використання його не лише в якості гуртуючого чинника при багатомірному аналізі, але і при практичній селекції, особливо на ранніх її етапах.

Ряд селекційних програм науково-дослідних інститутів [203; 204] орієнтують селекціонерів на підвищення частини зернової маси в загальному біологічному врожаї (збиральний індекс) в 2–2,2 рази (з 20 до 45%).

У селекційних дослідженнях ярої пшениці, між поколіннями  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ , встановлені високі достовірні позитивні кореляції за збиральним індексом, тоді як по урожаю зерна вони були відсутні.

При вивченні взаємозв'язку між урожайністю її компонентами та іншими ознаками всередині ряду поколінь і між ними

при селекції ярої пшениці [204; 205] встановлено, що в якості критерія для відбору в  $F_2$  може бути збиральний індекс.

Аналіз селекційної роботи по створенню сортів озимої пшениці більше ніж за сорокарічний період показав, що генетичний прогрес по врожаю зерна досягнутий виключно за рахунок збільшення збирального індекса, який в свою чергу виключно залежить від сортових особливостей, агротехніки вирощування і агрометеорологічних чинників [58].

В результаті наших досліджень у селекційних ліній озимої пшениці на основі вивчення кореляційного зв'язку мінливості статистичних параметрів індекса лінійної щільності колоса, розрахованого як відношення кількості зерен з колоса до довжини колоса, надана оцінка можливості використання його в практичній селекції, особливо на ранніх її етапах. Матеріалом для досліджень слугували селекційні лінії 2018–2020 років, які вирощувались без зрошення і при зрошенні (табл. 4.2).

**Таблиця 4.2 – Генетичні кореляції (г<sub>г</sub>) індекса лінійної щільності колоса (ЛЩК) з основними ознаками селекційних ліній озимої пшениці за різних умов вирощування (2018–2020 рр.)**

Роки і умови вирощування		Урожайність зерна з ділянки, г	Маса зерна з колоса, г	Число зерен в колосі, шт	Маса 1000 зерен, г	Довжина колоса, см	Маса колоса з насінням, г	Висота рослин, см	Маса рослин, г	Маса стебла, г	Біомаса, кг/м <sup>2</sup>
2018	1	.30 <sup>x</sup>	.78 <sup>x</sup>	.82 <sup>x</sup>	.15	.05	.64 <sup>x</sup>	.-10	.60 <sup>x</sup>	.-30 <sup>x</sup>	.-42 <sup>x</sup>
	2	.35 <sup>x</sup>	.80 <sup>x</sup>	.90 <sup>x</sup>	.20	.10	.70 <sup>x</sup>	.-05	.45 <sup>x</sup>	.-10	.-38 <sup>x</sup>
2019	1	.15 <sup>x</sup>	.70 <sup>x</sup>	.80 <sup>x</sup>	.10	.15	.45 <sup>x</sup>	.-40 <sup>x</sup>	.48 <sup>x</sup>	.-06	.-18 <sup>x</sup>
	2	.40 <sup>x</sup>	.70 <sup>x</sup>	.92 <sup>x</sup>	.-15	.-10	.50 <sup>x</sup>	.-30 <sup>x</sup>	.50 <sup>x</sup>	.15	.-35 <sup>x</sup>
2020	1	.05 <sup>x</sup>	.54 <sup>x</sup>	.50 <sup>x</sup>	.-35 <sup>x</sup>	.-05	.45 <sup>x</sup>	.-30 <sup>x</sup>	.20 <sup>x</sup>	.-07	.-48 <sup>x</sup>
	2	.39 <sup>x</sup>	.58 <sup>x</sup>	.80 <sup>x</sup>	.05	.-26 <sup>x</sup>	.55 <sup>x</sup>	.-25 <sup>x</sup>	.22 <sup>x</sup>	.-15	.-09

Примітка: 1 – зрошення; 2 – без зрошення

Як видно з даних таблиці 4.2, з масою зерна з колоса коефіцієнт генетичної кореляції ( $r_g$ ) індекса лінійної щільності колоса (ЛЩК) був високий, стабільний і практично не залежав від років досліджень і умов вирощування. Така тісна кореляція селекційних ліній з підвищеним значенням маси зерна з колосу і індекса (ЛЩК) свідчить про те, що даний індекс можна використовувати як маркерний при доборах за масою зерна з колоса на ранніх етапах селекції.

Аналіз кореляційного зв'язку лінійної щільності колоса і маси 1000 зерен показав, що генетична кореляція або була відсутня незалежно від років досліджень і умов вирощування, або носила незначний від'ємний характер (несприятливий 2020 рік, без зрошення  $r_g = -0,35$ ). Це свідчить про те, що індекс (ЛЩК) і ознака маса 1000 зерен контролюється достатньо незалежними генетичними системами і при цьому створюється сприятлива ситуація позитивного добору біотипів як по індексу, так і за масою 1000 зерен.

З урожайністю зерна з ділянки коефіцієнт кореляції лінійної щільності колоса лише в чотирьох випадках був позитивним (див. табл. 4.2) в тому числі при зрошенні за кожний рік досліджень, а без зрошення лише в одному випадку.

У зв'язку з тим, що в індексі лінійної щільності колоса в чисельнику знаходиться ознака число зерен в колосі, то генетичний коефіцієнт кореляції індекса ЛЩК і числа зерен в колосі відповідно значно високі ( $r_g = .80^x - .92^x$ ).

Генетичний зв'язок індекса лінійної щільності колоса з висотою рослин і масою стебла, в основному, має від'ємний характер або відсутній. Необхідно відмітити те, що коефіцієнт кореляції, між індексом (ЛЩК) і висотою рослин був від'ємно стійкий і не залежав від років вивчення і умов вирощування. На нашу думку це не можна вважати як позитивний чинник для створення низькорослих інтенсивних сортів озимої пшениці. Необхідно також відмітити, що зі збільшенням індексу

лінійної щільності колосу висота рослин зменшується. В дослідженнях також встановлено, що у високорослих селекційних ліній між ознаками лінійної щільності колоса і масою 1000 зерен генетичні зв'язки мають різний напрям: при низьких значеннях ЛЩК маса 1000 зерен може мати різну величину.

Таким чином, по величині індексу лінійної щільності колоса можна відбирати низькорослі селекційні лінії з більшою кількістю зерен в колосі і відповідно з підвищеною масою зерна з колоса. Генетичні кореляції між індексом ЛЩК і біомасою рослин носили достовірний від'ємний характер (див. табл. 4.2).

Наряду з вивченням генетичних кореляцій індексу лінійної щільності колоса з основними ознаками селекційних ліній значну цікавість визиває і взаємозв'язок даного показника з іншими класичними індексами: збиральний індекс – відношення маси зерна до маси рослини (HI); індекс атракції – маса колоса з насінням/маси стебла (AI); максимальний індекс – маса зерна з колоса/висота рослини (Mx); індекс інтенсивності – маса стебла/висота рослини (SI); індекс потенціальної продуктивності – маса зерна з колоса, маса колоса з насінням/кількість зерен з колоса (IPP), характеристика яких представлена в ряду публікацій.

Усі проаналізовані індекси з індексом лінійної щільності колоса мали у більшості випадків середній або достатньо високий рівень генетичного зв'язку (табл. 4.3).

У індекса атрагуючої здатності (AI) кореляційний взаємозв'язок залежав від генотипового складу аналізованої вибірки, так як за різних умов вирощування коефіцієнт кореляції залишався на одному рівні, а за роками досліджень змінювався в бік збільшення або зменшення. Цікавість визиває генетичний коефіцієнт кореляції лінійної щільності колоса (ЛЩК) з індексом інтенсивності (SI), формування якого достовірно залежало при вирощуванні селекційного матеріалу за умов зрошення порівняно при вирощуванні без зрошення (табл. 4.3). Так, при зрошенні, особливо в несприятливі роки (2020 р.) для вирощування

щування озимої пшениці, коли йде достатньо повна реалізація елементів продуктивності колоса – кореляційний зв'язок збільшується. Це позитивний для селекціонера момент при проведенні доборів за кількісними ознаками і індексом при інтенсифікації селекційного процесу озимої пшениці.

**Таблиця 4.3 – Генетичні кореляції (r<sub>g</sub>) індексу лінійної щільності колоса з класичними індексами селекційних ліній озимої пшениці за різних умов вирощування (2018–2020 рр.)**

Роки, умови вирощування		HI	AI	Mx	SI	IPP
2018	1	0,54 <sup>x</sup>	0,50 <sup>x</sup>	0,78 <sup>x</sup>	0,12	0,46 <sup>x</sup>
	2	0,69 <sup>x</sup>	0,59 <sup>x</sup>	0,82 <sup>x</sup>	0,34 <sup>x</sup>	0,54 <sup>x</sup>
2019	1	0,52 <sup>x</sup>	0,48 <sup>x</sup>	0,56 <sup>x</sup>	0,10	0,52 <sup>x</sup>
	2	0,58 <sup>x</sup>	0,48 <sup>x</sup>	0,68 <sup>x</sup>	0,28 <sup>x</sup>	0,55 <sup>x</sup>
2020	1	0,52 <sup>x</sup>	0,35 <sup>x</sup>	0,59 <sup>x</sup>	0,08	0,52 <sup>x</sup>
	2	0,74 <sup>x</sup>	0,69 <sup>x</sup>	0,70 <sup>x</sup>	0,64 <sup>x</sup>	0,82 <sup>x</sup>

Примітка: 1 – без зрошення

У процесі досліджень були вивчені статистичні параметри індекса лінійної щільності колоса у ліній озимої пшениці селекційних розсадників (табл. 4.4).

**Таблиця 4.4 – Статистична характеристика індекса лінійної щільності колоса селекційних ліній озимої пшениці (2018, 2019, 2021 рр.)**

Роки		Умови вирощування	$\bar{X}$	LV	CV,%
2018	1	Без зрошення	4,16±0,09	2,84 – 4,82	18,7
	2	Зрошення	4,21±0,10	3,08 – 5,41	14,8
2019	1	Без зрошення	4,06±0,08	2,98 – 5,94	12,4
	2	Зрошення	4,16±0,11	2,83 – 6,01	10,6
2021	1	Без зрошення	3,47±0,06	1,86 – 3,67	18,4
	2	Зрошення	3,98±0,06	2,42 – 4,12	15,6

Дані таблиці 4.4 свідчать, що середні значення лінійної щільності колоса за роками досліджень мали різні значення, а умови вирощування не вносили суттєвих змін у статистичні параметри індексу.

Рівень значення лінійної щільності колоса в основному визначався генотиповим складом селекційних ліній, років досліджень. За лімітами мінливості не відмічено значних коливань, а коефіцієнти мінливості індексу були в межах 10,6–18,7%. У 2019 році коефіцієнт варіації був менший ніж у 2018 і 2021 роках, що можна пояснити більшою вирівняністю селекційних ліній по вивчаємому індексу.

Таким чином, індекс лінійної щільності колоса володіючи значними кореляційними взаємозв'язками з основними ознаками продуктивності колоса зі значною генетичною мінливістю, при легкості і швидкості визначення може слугувати маркером високої продуктивності і використовуватись в селекції озимої пшениці для підвищення індивідуального і групового доборів високопродуктивних морфобіотипів на ранніх етапах селекційного процесу.

### **4.3 Вплив морфоструктурних елементів на ефективність добору господарсько-цінних генотипів озимої пшениці**

Урожайність не можна розцінювати як просту ознаку, це комплекс взаємозв'язаних ознак і властивостей. Головними компонентами, які приймають участь у формуванні врожаю є число продуктивних рослин на одиницю площі і продуктивність (маса) зерна одного колоса, яка складається із кількості зерен і маси зернівки. Кожний з цих компонентів є результатом дії і взаємодії генетичних факторів і агроекологічних умов.

Питання про вплив окремих ознак продуктивності на урожайність досить складне, тому дуже важлива необхідність

розробки теоретичних основ і процесів формування врожайності зерна в цілому і продуктивності колоса, зокрема. Паралельне вивчення розвитку продуктивних і генеративних органів необхідне для визначення залежності між окремими компонентами продуктивності колосу і можливості її використання в селекції та агротехніці озимої пшениці [16].

Урожайність озимої пшениці зумовлена характером прояву структурних елементів продуктивності, які мають значну мінливість під впливом біотичних та абіотичних чинників довкілля. При цьому елементи продуктивності можуть деякою мірою компенсуватися іншими субкомпонентами, які формуються в більш сприятливих умовах у процесі росту і розвитку рослин.

У наших дослідженнях продуктивність і маса 1000 зерен мали добре виражену генетичну специфічність у формуванні врожаю.

Необхідно відмітити, що висока продуктивність колоса зумовлена генетично і ранги сортів зберігалися незалежно від змін умов вирощування. Для всіх вивчених сортів найбільш високі значення елементів структури врожаю (кількість колосків і зерен з колоса, маса зерна з колоса, маса 1000 зерен) виявлені в період пізнього строку сівби (10.X). За цих умов менший продуктивний стеблостій компенсувався в плані одержання загального врожаю, більшою продуктивністю головного колоса і масою 1000 зерен.

За різних умов вирощування (строки сівби, попередники) розмах варіювання і коефіцієнт мінливості був найбільшим за ознаками маса зерна і кількість зерен з колоса; коефіцієнти мінливості знаходилися на рівні середніх (до 20%) і високих (більше 20%); меншою мінливістю характеризувалась ознака кількість колосків у колосі ( $V < 15,0\%$ ), незалежно від строку сівби і попередника. Варіювання маси 1000 зерен характеризувалося, в основному, середніми значеннями, коефіцієнт мінливості не перевищував 20%.

Установлено [10], що недостатня кількість продуктивних пагонів кушіння може компенсуватись у ході розвитку збільшенням числа фертильних колосків у колосі, менша кількість фертильних колосків, які розвинулись у колосі – числом зерен, які зав'язались, а мала кількість зерен – підвищенням маси 1000 зерен. Закладка тих чи інших органів у меншій кількості може бути компенсована і подальшою меншою їх редукцією.

Зменшення числа і маси зерен при інтенсивному куценні рослин зумовлено великою конкуренцією між пагонами кушіння. Коли зав'язується велика кількість зерен у колосі, зменшується маса зернівок. Крім того, збільшення маси у початковій фазі їх розвитку в умовах недостатнього впливу посухи на число зерен, які зав'язались. Але, не дивлячись на таку початкову компенсацію, у рослин, які розвивалися в умовах стресу, кінцевий врожай знижується, тому що на завершальних фазах розвитку зерен компенсація уже неможлива. Хоч при зменшенні загальної кількості зерен маса окремих зерен збільшується, цього буває недостатньо для повної компенсації, за таких обставин відбувається зниження врожайності.

У природних умовах рослини підлягають у різній послідовності і на протязі різних термінів під несприятливий вплив одного або багатьох одночасно діючих біотичних і абіотичних чинників. При цьому стійкість урожайності того чи іншого сорту у різних кліматичних і ґрунтових умовах може визначатись його компенсаційною здатністю.

Для виявлення залежності між ознаками, а також визначення впливу прямих і побічних ефектів на них, нами використовувався метод коефіцієнтів шляху [206]. Цей метод має перевагу порівняно з парними кореляціями, оскільки при цьому визначає відносне значення кожного чинника, що особливо важливо при розкритті внутрішніх відношень у гібридних популяції озимої пшениці.

Виходячи з цього, нами здійснено шляховий аналіз основних селекційних ознак озимої пшениці з інтегральною функ-



ціонуючою ознакою – урожайність зерна [201]. Виявлено величину і напрямок кореляційного зв'язку, прямі та побічні ефекти ознак окремих генотипів на популяційному рівні за різних умов вирощування (зрошення, без зрошення).

Характерним є те, що прямі внески основних компонентів продуктивності в урожайність за різних умов вирощування були практично протилежними. Так, найбільший внесок коефіцієнта шляху ( $P_i$ ) у підвищення врожайності генотипів за умов зрошення вносять число зерен з колоса (0,345) і кількість продуктивних стебел на одиницю площі (0,452), а без зрошення найбільший прямий внесок ( $P_i$ ) в функціональну ознаку вносять маса 1000 зерен (0,615) і маса зерна з колоса (0,351).

Важливим є те, що коефіцієнти часткових кореляцій (прояв ознаки незалежно від впливу інших ознак) за умов зрошення були найбільш значними між урожайністю і числом зерен з колоса ( $r = 0,503$ ), відповідно, з числом стебел на одиницю площі ( $r = 0,614$ ) і дещо меншим зв'язком з масою 1000 зерен ( $r = 0,327$ ). Без зрошення, навпаки, найбільша залежність відмічена з масою 1000 зерен ( $r = 0,801$ ) і продуктивністю колоса ( $r = 0,540$ ) і негативна – з числом зерен з колоса ( $r = -0,132$ ). Прямі внески основних компонентів продуктивності в урожайність різних за висотою рослин озимої пшениці змінювалися за напрямом їх впливу і суттєво залежало від умов вирощування. Так, найбільший прямий внесок ( $P_i$ ) у підвищення врожайності високорослих і низькорослих генотипів за різних умов вирощування внесли число продуктивних стебел на одиницю площі (0,379–0,805). При цьому за умов без зрошення він був дещо більшим, ніж при зрошенні.

Слід відмітити, що за умов зрошення у підвищення врожайності короткостеблових форм, внесок дало також кількість зерен з колоса (0,341), у високорослих біотипів такої залежності не спостерігалось.

Вивчення впливу побічних ефектів ознак продуктивності на врожайність у різних за висотою рослин виявило за умов зрошення позитивний внесок в урожайність високорослих біотипів при поєднанні числа продуктивних стебел на одиницю площі, відповідно, з довжиною колоса ( $P_r = 0,319$ ), масою зерна з колоса ( $P_r = 0,353$ ) і числом зерен з колоса ( $P_r = 0,339$ ). Вирощування цих же біотипів без зрошення виявило подібну тенденцію, але дещо з більшим характером прояву.

Таким чином, визначення коефіцієнтів шляху дало можливість виявити прямі і побічні ефекти впливу основних компонентів продуктивності на врожайність. При цьому встановлено, що розподіл впливу селекційних ознак на врожайність був у ряді випадків діаметрально протилежним за різних умов вирощування і морфоструктурних ознак архітектоники генотипів.

## **СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ МОРФОБІОТИПІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА ОКРЕМИМИ ОЗНАКАМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ**

Підвищення врожайності і якості продукції озимої пшениці в цілому визначається системою «генотип – середовище», тому виникає необхідність комплексного підходу до формування врожайності, залежно від сорту і агротехнічних заходів. Знання реакції різних сортів озимої пшениці на біотичні і абіотичні чинники зовнішнього довкілля, характер прояву і взаємозв'язок кількісних ознак є основою для спрямованого використання даних сортів у програмі адаптивного рослинництва [59]. При цьому, чим більша невідповідність умов вирощування адаптивному потенціалу рослин, тим більшу частину продуктів асиміляції вони втрачають не на формування врожайності, а на захисні і компенсаторні реакції в результаті цього знижується врожайність.

На думку вчених [12; 207] для одержання максимального врожаю, ознаки продуктивності і стійкості повинні бути поєднані і відрегульовані, таким чином, щоб у кожному окремому випадку вони найкращим чином відповідали умовам зовнішнього довкілля.

Між потенціальною продуктивністю і екологічною стійкістю залежність надто специфічна, тому для добору селекційних форм необхідно створювати різні умови вирощування [103; 16; 38]. Це спрямовано на те, щоб виявити, які чинники зовнішнього довкілля, відповідальні за підвищення потенційної продуктивності, одночасно можуть понижувати стійкість

сортів до абіотичних і біотичних стресів і які ознаки при цьому проявляють толерантність, або в деякій мірі спроможні компенсувати недостатній внесок кількісних ознак в реальну врожайність [10; 16; 68; 42].

### **5.1 Селекційна цінність і характер прояву адаптивних ознак у різних за висотою рослин і вегетаційним періодом форм пшениці м'якої озимої**

Залежно від гідротермічних чинників і умов вирощування висота рослин значно впливає на мінливість і абсолютний прояв ознак урожайності, тому при доборі біотипів, які найбільш відповідають вимогам моделі сорта, необхідно враховувати різний характер їх фенотипового прояву у мінливих умовах зовнішнього довкілля.

Створення низькорослих сортів озимої пшениці дозволило підвищити щільність продуктивного стеблостоя і як результат підняти індекс урожайності з 1:2,5 до 1:1,1 [206].

Нині нами обраний напрям створення сортів озимої пшениці універсального типу, який збігається з поглядами відомих селекціонерів [16; 12]. Ці сорти можна вирощувати як за інтенсивною, так і за звичайною технологіями, але вони за висотою рослин нижчі від середньорослих і значно вищі напівкарликових. У кожному біотипі відмічена більша можливість поєднання в одному генотипі досить високої зимостійкості і врожайності, хоча абсолютне значення цих ознак залежить від генетичного походження ліній і умов вирощування (табл. 5.1).

Аналіз ліній озимої пшениці різного генетичного походження виявив, що у сприятливий за погодними умовами рік високою врожайністю володіють різні за висотою рослин генотипи, але найбільш оптимальна довжина стебла для реалізації продуктивності – 80–100 см.

Таблиця 5.1 – Характер прояву врожайності у різних за висотою біотипів F<sub>4</sub> озимої пшениці

Сорт, генетичне походження ліній	Кількість ліній, шт	Довжина стебла, см	Маса 1000 зерен, г		Урожайність зерна, т/га	$\bar{X}$
			<i>lim</i>	$\bar{X}$		
Сприятливий рік (2018 р.)						
Херсонська безоста	5	89,4	42-44	42,8	6,2-7,1	6,5
Альбатрос одеський	5	87,5	40-42	41,4	6,0-6,8	6,3
Дріада 1/NS471	15	70-80	36-44	42,8	6,3-7,0	6,8
	20	81-90	36-49	44,4	6,5-7,9	7,2
	15	91-100	40-48	43,2	6,6-8,1	7,5
Херсонська безоста / Знахідка	10	70-80	34-42	41,2	5,8-6,4	6,0
	15	81-90	42-50	44,8	6,1-8,0	7,1
	15	91-100	40-52	46,4	6,0-7,4	6,5
Альбатрос одеський / Кларіса	15	70-80	36-42	40,8	5,9-7,0	6,4
	20	81-90	40-51	44,6	6,7-8,1	7,2
	10	91-100	38-44	42,9	6,5-7,5	6,9
Несприятливий рік (2020 р.)						
Херсонська безоста	5	79,2	34-40	36,8	4,0-4,6	4,3
Альбатрос одеський	5	76,4	36-42	38,2	3,8-4,2	4,1
Дріада 1/NS 471	20	65-75	34-38	35,4	3,6-3,9	3,7
	25	76-85	36-40	36,8	4,2-5,0	4,6
Херсонська безоста / Знахідка	20	65-75	34-42	35,9	3,6-4,0	3,8
	25	76-85	36-44	38,4	4,0-4,8	4,6
Альбатрос одеський / Кларіса	20	65-75	32-40	36,4	3,6-4,2	3,7
	25	76-85	36-44	38,9	4,1-5,0	4,8

Така закономірність більше проявилась в несприятливих умовах вирощування, коли спостерігалось різке зниження висоти рослин. Так, вивчення ідентичних ліній у несприятливих умовах вирощування дало можливість диференціювати їх лише на дві групи за висотою рослин з максимальною довжиною соломини 85 см. Ці морфобіотики характеризувались більшою врожайністю елементів продуктивності й врожайністю, ніж форми з меншою висотою рослин.

Як видно із таблиці 5.1, урожайність дібраних ліній озимої пшениці з довжиною стебла 80 см і більше була значно вищою, ніж у стандартних сортів Альбатрос одеський і Херсонська безоста.

Високою врожайністю характеризувались лінії 208, 210, 254, 268 (Херсонська безоста / Знахідка), 310, 344, 346, 406 (Альбатрос одеський / Кларіса), які за умов зрошення формували врожайність 8,24–9,23 т/га і свою перевагу вони проявили особливо при несприятливих умовах вирощування (посуха, висока температура в період формування зерна).

Створення морфобіотипів з довжиною стебла 85–90 см шляхом схрещування низькорослих форм між собою не викликає великих труднощів, тому що вихід більш високостеблових біотипів у гібридних популяцій відбувається в масовому порядку, це значно підвищує можливості для спрямованих індивідуальних доборів високопродуктивних форм. Крім того, такі біотики, як правило, характеризуються більшою вираженістю адаптивних ознак, порівняно з низькорослими формами ідентичного генетичного походження.

Сорти пшениці озимої за висотою умовно розділяють на п'ять типів: карлики – менше 60 см; напівкарлики – 60–85 см, до яких відносять МІП Валенсія, Катаріна, Центуріон, Фелікс, ПОНТІКУС, Фаустус та Глаукус; короткостеблові – 85–105 см (Озерна, Сталева, Мудрість одеська, Дума одеська, Кошова, Марія, Здобна, Диво, Пам'яті Гірка, Краєвид); середньорослі – 105–120 см (Квітка полів, Легенда білоцерківська, МІП Ассоль)

та високорослі – більше 120 см. Більшість сортів, які внесено до Державного реєстру відносяться до короткостеблового типу, натомість частка напівкарликових сортів скоротилася.

У середньому за п'ять років досліджень (2018–2022) більшу висоту рослин пшениці озимої сформували сорти Квітка полів (107,4 см) та Легенда білоцерківська (106,5 см), що на 6,2–40,2% більше, ніж інші досліджувані сорти. Найнижчу висоту рослин в середньому за 2018–2022 рр. сформували сорти Катаріна (64,2 см) та Фелікс (69,2 см) (табл. 5.2).

**Таблиця 5.2 – Висота рослин пшениці м'якої озимої залежно від сортових особливостей та погодних умов, см**

№ з/п	Сорти	Роки					Середнє за 2018–2022 рр.
		2018	2019	2020	2021	2022	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Озерна	83,3	99,0	79,0	105,3	86,3	90,6
2	Сталева	81,8	94,9	73,7	101,0	80,6	86,4
3	Квітка полів	100,4	118,2	91,0	125,5	101,7	107,4
4	Легенда білоцерківська	101,7	115,2	94,3	122,5	98,7	106,5
5	Мудрість одеська	91,2	108,2	88,8	114,0	91,2	98,7
6	Дума одеська	85,9	100,7	75,3	106,0	86,6	90,9
7	Кошова	84,7	100,5	80,0	106,0	85,3	91,3
8	Марія	84,5	102,2	83,0	106,7	85,4	88,8
9	Здобна	86,2	101,2	76,7	106,5	84,1	90,9
10	Диво	81,8	94,7	72,8	99,7	78,3	85,5
11	МІП Ассоль	96,4	113,3	77,9	120,5	95,2	100,7
12	МІП Валенсія	77,8	94,6	73,9	98,5	77,8	84,5
13	Пам'яті Гірка	89,9	105,9	83,1	113,8	88,8	96,3
14	Краєвид	87,4	103,8	80,9	109,3	86,5	93,6
15	Катаріна	61,0	70,6	55,4	73,5	60,3	64,2
16	Центуріон	76,1	89,8	68,6	94,0	75,0	80,7

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8
17	Фелікс	66,5	76,0	59,5	79,2	64,7	69,2
18	ПОНТІКУС	77,2	90,7	68,5	96,5	77,4	82,1
19	Фаустус	73,2	85,0	68,0	91,5	72,3	78,0
20	Глаукус	71,6	83,7	66,3	87,3	72,8	76,3
Середня по сортам		82,9	97,4	75,8	102.	82,5	84,6
НІР <sub>0,05</sub> (см) часткових відмінностей		1,38	2,87	2,88	2,91	3,51	0,74

Джерело: розроблено авторами

Таким чином, найбільшу висоту рослин у середньому по сортам пшениці м'якої озимої (102,7 см) сформовано у 2021 р., що на 19,3% більше, ніж у 2018 р., на 5,2% більше, ніж у 2019 р., на 26,2% більше, ніж у 2020 р. та на 19,7% більше, ніж у 2022 р.

За результатами дисперсійного аналізу визначено, що найменша істотна різниця за фактором А (Сорти) становила 1,38 см (2018), 2,87 (2019) 2,88 (2020), 2,91 (2021) та 3,51 см (2022).

Для сорту Сталева оптимальна висота рослин, за якої формується врожай на рівні 7,09 т/га є 94,9 см. Подальше збільшення висоти рослин до 101 см (2021) призводило до зменшення врожайності на 9,3%. Сорти пшениці озимої Квітка полів, Легенда білоцерківська та МІП Ассоль, які за групою по висоті відносяться до середньорослих сформували вищу врожайність зерна (7,60; 6,23 та 6,50 т/га відповідно), за висоти рослин 113,3–122,5 см (рис. 5.1).

Оптимальні параметри висоти рослин сортів пшениці озимої групи короткостеблові (Озерна, Сталева, Мудрість одеська, Дума одеська, Кошова, Марія, Здобна, Диво, Пам'яті Гірка, Краєвид), за яких сформовано врожайність зерна на рівні 6,59–7,73 т/га (2019 та 2021 рр.) були від 94,9 до 103,8 см. Сорти напівкарликового типу – Катаріна, Фелікс, Понтікус, Фаустус, МІП Валенсія, Центуріон, Понтікус, Глаукус у 2021 р.



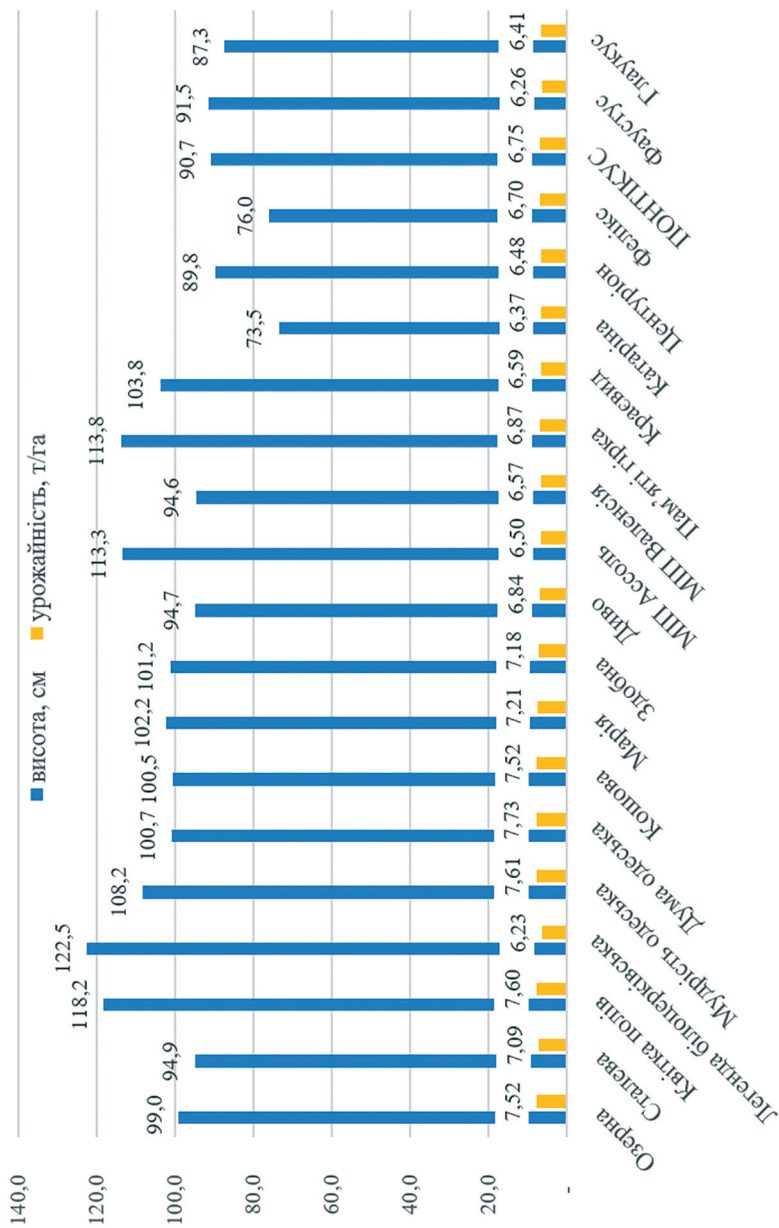


Рисунок 5.1 – Оптимальні параметри висоти і урожайності сортів пшениці м'якої озимої (2019, 2021 рр.)

сформували більшу врожайність зерна на рівні (6,37–6,75 т/га) за висоти рослин 73,5–94,6 см.

Збільшення висоти рослин досліджуваних сортів пшениці озимої Мудрість одеська, Дума одеська, Кошова, Марія, Здобна, Диво, МІП Ассоль, МІП Валенсія, Краєвид, Центуріон, Фелікс, Понтікус на 4,0–6,4% призводило до зниження рівня врожайності від 4,5 (МІП Ассоль) до 20,9% (Квітка полів) [208].

Селекційна оцінка різних за періодом вегетації ліній озимої пшениці вимагає урахування того, що в багатьох випадках характер прояву кількісних ознак у них залежить від механізму уникнення дії несприятливих умов довкілля [209; 210].

Нині ще не втратила актуальність пропозиція М. І. Вавілова про розробку екологічного паспорту для кожного сорту, який би включав відповідні оцінки тривалості вегетаційного періоду і його міжфазних періодів, ритм проходження фаз розвитку, а при цьому і його стійкість до несприятливих умов зовнішнього довкілля.

Тривалість вегетаційного періоду є важливим біологічно адаптивним і господарсько-важливим чинником у селекції пшениці. З ним пов'язано багато ознак, які визначають ухід від «запалу», ураженню хворобами, урожайність і якість зерна.

П. П. Лук'яненко уже в перші роки роботи було виявлено від'ємну кореляцію в сортів між урожайністю і тривалістю вегетаційного періоду. В умовах півдня України позитивний вплив скоростиглості на врожай і якість зерна озимої пшениці пояснюється тим, що період наливу зерна в таких сортів проходить у більш сприятливих умовах температури і вологості повітря, вони частіше уходять від «запалу» і ураженню хворобами, порівняно з пізньостиглими сортами.

Веgetаційний період озимої пшениці в цілому складна ознака, на ступінь фенотипового прояву якого впливають генотипові особливості сортів і різноманітні чинники зовнішнього середовища.

Хоча врожайність озимої пшениці значною мірою залежить від тривалості вегетаційного періоду, у південному Степу

України в біотипів з пізнім колосінням процес зерноутворення відбувається у менш сприятливих умовах порівняно з ранньостиглими формами, тому вони формують низьку продуктивність колоса і щупле зерно. У зв'язку з цим необхідно аналізувати вплив тривалості періоду зерноутворення на формування врожайності у різних морфобіотипів озимої пшениці (табл. 5.3).

Як видно з таблиці 5.3, у ранньо- і середньостиглих гібридних популяцій добір морфобіотипів з більш тривалим періодом зерноутворення (34–46 днів) забезпечував високу продуктивність за умов зрошення. У пізньостиглих біотипів, але з більшим періодом зерноутворення також спостерігалось деяке збільшення продуктивності, порівняно з іншими біотипами цієї групи стиглості зерна.

Це також підтверджується високим позитивним кореляційним зв'язком ( $r = 0,48-0,69$ ) між цими ознаками [10]. Теоретичне припущення і практичне підтвердження цього явища говорить про те, що селекція на підвищення маси 1000 зерен і в цілому врожайності повинна проводитись добором генотипів з більш тривалим періодом зерноутворення.

Але не завжди теоретичне обґрунтування і ефективність добору таких біотипів за умов зрошення підтверджувало їх високу продуктивність при вирощуванні в екстремальних і в незрошуваних умовах.

Так, лінії озимої пшениці, які добирались за умов зрошення, при вирощуванні в незрошуваних умовах різко змінювали тривалість періоду зерноутворення в бік його зменшення, аналогічно це відносилось і до зернової продуктивності.

Лише форми з раннім колосінням (I–II декада травня) і тривалим періодом зерноутворення у деяких гібридних популяцій зберігали свою перевагу над іншими лініями різних груп стиглості. Їх більша врожайність формувалась, головним чином, за рахунок збільшення крупності зерна і продуктивності колоса (табл. 5.4).

Таблиця 5.3 – Характер прояву врожайності і ознак продуктивності у різних за вегетаційним періодом ліній F<sub>4</sub> озимої пшениці за умов зрошення, (2018, 2019 рр.)

Лінії за періодом вегетації	Період зерно- утворення днів $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Урожайність г/м <sup>2</sup>		Маса, г			
		$\bar{X}$	lim	зерна з колоса		1000 зерен	
				$\bar{X}$	lim	$\bar{X}$	lim
Херсонська безоста / Русалка							
Ранньостиглі	28±1,0	420	400-520	1,49	1,30-1,68	40,9	40-44
	36±1,2	560	510-590	1,66	1,50-1,94	48,5	48-51
	30±1,1	525	490-600	1,54	1,46-1,68	43,4	39-44
Середньостиглі	38±1,6	585	560-615	1,78	1,68-1,98	48,4	43-48
Херсонська 90 / Знахідка							
Ранньостиглі	30±1,1	484	430-540	1,38	1,25-1,48	41,4	40-44
	38±1,4	590	520-620	1,64	1,44-1,90	44,4	42-48
	28±1,3	468	425-560	1,49	1,42-1,58	42,8	39-44
Середньостиглі	46±1,9	602	460-650	1,68	1,64-1,96	44,9	43-47
Одеська 51 / NS 471							
Ранньостиглі	24±0,5	390	360-480	1,38	1,10-1,58	38,9	34-42
	30±0,8	415	390-490	1,42	1,22-1,64	40,1	38-44
	26±0,6	465	450-490	1,32	1,20-1,48	38,6	38-42
Середньостиглі	34±1,3	560	540-620	1,58	1,41-1,64	41,9	40-43
Пізнєостиглі	26±0,9	360	340-380	1,44	1,32-1,58	38,9	37-40
	32±1,4	370	350-380	1,46	1,38-1,60	39,9	38-42

Таблиця 5.4 – Характер прояву зерноутворення і врожайності в незрошуваних умовах, (2018–2019 рр.)

Лінії за періодом вегетації	Період зерноутворення (днів) за умов		Урожайність, г/м <sup>2</sup>		Маса, г			
	зрошення $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	без зрошення $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	V, %	зерна з колоса		1000 зерен	
					$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	V, %		
Херсонська безоста / Русалка								
Ранньостиглі	28±1,0	28±0,9	320±9,2	22,4	1,24±0,08	18,2	41,5±0,9	13,1
	36±1,2	30±1,2	380±10,1	16,8	1,34±0,10	14,8	44,2±1,0	10,9
Середньостиглі	30±1,1	24±0,6	315±8,6	20,8	1,18±0,06	16,4	40,9±0,9	12,9
	38±1,6	28±0,9	320±9,8	16,9	1,16±0,05	14,2	39,4±0,6	13,4
Одеська 51 / NS 471								
Ранньостиглі	24±0,5	20±0,4	280±7,4	21,4	1,09±0,05	19,4	40,1±0,8	15,2
	30±0,8	26±0,8	320±8,6	16,4	1,18±0,10	15,2	41,4±1,0	11,8
Середньостиглі	26±0,6	20±0,4	310±8,9	22,8	1,08±0,06	18,9	40,2±0,9	17,4
	34±1,3	24±0,8	340±8,9	21,4	1,14±0,08	19,2	41,8±1,1	14,6
Пізнєостиглі	26±0,9	20±0,4	260±7,5	26,4	0,98±0,04	21,4	37,4±0,6	13,4
	32±1,4	22±0,6	235±5,8	23,2	0,84±0,03	20,2	37,0±0,6	13,6

Таким чином, до високопродуктивних форм з більш тривалим періодом зерноутворення повинен бути диференційований підхід, а їх використання лише після вивчення в умовах сортової агротехніки.

## **5.2 Характер прояву адаптивних ознак у різних за продуктивністю морфобіотпів озимої пшениці**

Зростання виробництва зерна озимої пшениці при сучасному економічному рівні можливе за рахунок впровадження інтенсивних технологій і оптимізації сортового складу високоадаптивних сортів, які гарантують високий і сталий врожай.

Адаптивність сортів озимої пшениці на півдні України зорієнтовано на конкретні агроєкологічні умови, де їх адаптивні реакції налаштовані на конкретний комплекс чинників довкілля [7].

У більшості випадків висока екологічна пластичність рослин озимої пшениці поєднується з їх досить низькою продуктивністю. Таку неузгодженість можна зменшити в результаті зміни адаптивних ознак рослин за рахунок селекції і оптимізації умов зовнішнього довкілля [196]. При цьому головними механізмами, які зумовлюють екологічну стійкість рослин озимої пшениці, є їх толерантність і уникнення дій стресових чинників [212].

Урожайність озимої пшениці зумовлена характером прояву структурних елементів продуктивності, які мають значну мінливість під впливом біотичних і абіотичних чинників довкілля. При цьому елементи продуктивності можуть деякою мірою компенсуватися іншими субкомпонентами, які формуються в більш сприятливих умовах у процесі росту і розвитку рослин.

У наших дослідженнях продуктивність колоса і маса 1000 зерен мали добре виражену генетичну специфічність у формуванні врожайності.

За роки досліджень за різних умов вирощування найбільша маса зерна з колоса формувалась у сортів Херсонська безоста, Вікторія одеська, Знахідка одеська, Асканійська, Асканійська Берегиня. Їх висока продуктивність колоса формувалась, як правило, за рахунок підвищеної інтенсивності наливу зерна, що підтверджувалось і формуванням високої маси 1000 зерен, порівняно з іншими сортами.

Необхідно відмітити, що висока продуктивність колоса зумовлена генетично і ранги сортів зберігались незалежно від зміни умов вирощування (строки сівби, попередники). За гірших умов вирощування (пізні строки сівби, непарові попередники) менший продуктивний стеблостій компенсувався, в плані одержання загального врожаю, більшою продуктивністю колоса і масою 1000 зерен.

Довжина колоса більше залежить від сортових ознак. Найважливішими чинниками зовнішнього середовища є температура, інтенсивність освітлення і довжина дня. Нижча температура сповільнює ростові процеси, збільшує період закладання сегментів майбутніх члеників колосового стрижня. Колос стає довшим, а отже, зростає потенціал його зернової продуктивності. Більшу середню за шість років довжину колоса мали рослини пшениці озимої сортів Глаукус (10,0 см), Мудрість одеська (10,1 см) та Фелікс (12,6 см), а меншу – Центуріон (7,1 см) та Катаріна (6,8 см) (табл. 5.5).

Однією з критичних фаз росту рослин вважається період, в якому встановлюється число колосків. Процес диференціації колосків у колосі пшениці відбувається на IV етапі органогенезу у період кінця кушіння – початку виходу рослин у трубку. Кожний сорт характеризується певною кількістю колосків: в одних сортах їх менше, в інших – більше.

Л. А. Корчинський і А. П. Орлюк зазначають, що для отримання 90–110 ц/га зерна потрібно мати в одному колосі 21–23 колоски. В середньому за 2018–2023 рр. досліджень більшу кількість колосків у колосі формували сорти Дума одеська

(16,9 шт./колос), МІП Валенсія (17,2 шт./колос), Марія (17,9 шт./колос) та Кошова (18,5 шт./колос), а найменшу – 13,4 шт./колос сорт Озерна, що на 15,2% менше, ніж середня кількість колосків у колосі по усім досліджуваним сортам.

**Таблиця 5.5 – Елементи продуктивності колоса пшениці м'якої озимої залежно від сорту, (середнє за 2018–2023 рр.)**

№ з/п	Сорти	Довжина колоса, см	Кількість колосків у колосі, шт./колос	Кількість зерен у колосі, шт./колос	Маса 1000 зерен, г
1	Озерна	8,0	13,4	27,5	40,2
2	Сталева	8,3	16,2	33,1	40,3
3	Квітка полів	9,9	15,0	31,1	38,0
4	Легенда білоцерківська	8,1	15,6	30,1	38,3
5	Мудрість одеська	10,1	16,4	32,0	38,1
6	Дума одеська	8,6	16,9	35,6	37,4
7	Кошова	8,2	18,5	31,5	36,6
8	Марія	7,9	17,9	30,6	37,1
9	Здобна	8,2	16,1	29,6	38,4
10	Диво	8,0	15,7	34,3	39,1
11	МІП Ассоль	8,1	16,4	33,8	41,3
12	МІП Валенсія	9,0	17,2	36,8	40,4
13	Пам'яті Гірка	8,6	16,9	35,6	38,6
14	Краєвид	8,2	16,2	28,9	39,1
15	Катаріна	6,8	14,2	25,3	40,7
16	Центуріон	7,1	14,4	30,8	41,8
17	Фелікс	12,6	16,0	28,6	39,2
18	ПОНТІКУС	9,9	15,4	29,1	39,3
19	Фаустус	9,5	14,4	28,8	38,7
20	Глаукус	10,0	14,1	29,1	39,0
<b>Середня по сортам</b>		<b>8,7</b>	<b>15,8</b>	<b>31,1</b>	<b>39,1</b>



Визначено, що середня кількість зерен у колосі досліджуваних сортів коливалася від 25,3 шт./колос (Катаріна) до 36,8 шт./колос (МІП Валенсія). Отже, сорти МІП Валенсія (36,8 шт./колос), Пам'яті Гірка (35,6 шт./колос), Дума одеська (35,6 шт./колос) сформували на 14,5–18,3% більшу кількість зерен у колосі, ніж в середньому по сортам.

Озереність колоса пшениці м'якої озимої залежала як від сортових особливостей, так і від погодних умов у роки досліджень. Так, більшу кількість зерен у колосі (32,9 шт./колос) в середньому у сортів пшениці м'якої озимої сформовано у 2019 р., а найменшу – 29,3 шт./колос у 2020 р., що обумовлено погодними умовами у роки досліджень (табл. 5.6).

Урожайність зерна пшениці озимої двадцяти досліджуваних сортів української та іноземної селекції залежала від погодних умов у роки досліджень та в середньому коливалася від 4,72 (2020) до 7,40 (2023) (табл. 5.6).

Найбільш урожайним за роки досліджень був 2023 р., урожайність сортів при цьому коливалася від 4,30 т/га (Катаріна) до 8,90 т/га (Сталева).

Урожайності досягається за рахунок кращої виповненості зерна, тобто формування крупних, добре розвинених зерен. Виповненість зерна найкраще характеризується таким показником, як маса 1000 зерен. В середньому за роки досліджень по сортам маса 1000 зерен становила 39,1 г. Більшим цей показник сформовано у сортів Центуріон (41,8 г), МІП Асоль (41,3 г), Сталева (40,3 г) та Озерна (40,2 г). Найменшу масу 1000 зерен сформував сорт Кошова (36,6 г) [102].

Для більш ефективного добору високопродуктивних біотипів їх необхідно вивчати при комбінованому використанні оптимальних і стресових умов за вологозабезпеченістю рослин озимої пшениці. Такий підхід дає можливість спочатку виявити потенційну продуктивність ліній озимої пшениці в оптимальних умовах вирощування (зрошення), а потім ці генотипи вивчати в стресових умовах без зрошення на стійкість до посухи та інших несприятливих умов вирощування.

Таблиця 5.6 – Кількість зерен у колосі (шт./колос) сортів пшениці м'якої озимої у 2018–2023 рр.

№ з/п	Сорти	Роки						Середнє
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1	Озерна	28,4	30,0	24,7	30,4	25,0	26,7	27,5
2	Сталева	30,0	35,1	30,5	36,2	32,1	34,4	33,1
3	Квітка полів	31,5	34,7	32,7	30,5	30,5	26,7	31,1
4	Легенда білоцерківська	29,9	32,9	26,8	30,7	28,4	31,8	30,1
5	Мудрість одеська	30,4	33,3	30,7	33,0	31,8	32,6	32,0
6	Дума одеська	34,0	35,7	31,7	34,5	39,4	38,1	35,6
7	Кошова	29,0	31,2	27,9	33,1	32,6	35,1	31,5
8	Марія	31,2	34,0	28,4	30,0	28,7	31,4	30,6
9	Здобна	28,6	29,5	28,0	30,1	29,4	32,0	29,6
10	Диво	34,5	36,0	32,0	34,7	33,0	35,3	34,3
11	МПП Ассоль	33,1	35,7	28,1	35,0	34,1	36,8	33,8
12	МПП Валенсія	35,0	39,0	34,6	38,0	35,0	38,9	36,8
13	Пам'яті Гірка	34,1	36,0	35,0	36,8	35,7	36,0	35,6
14	Красвид	28,7	30,7	25,7	31,0	27,0	30,4	28,9
15	Кагаріна	26,4	27,0	25,0	26,7	22,0	24,8	25,3
16	Центуріон	30,1	35,6	29,7	31,0	28,1	30,2	30,8
17	Фелікс	29,0	30,1	28,0	29,1	26,7	28,8	28,6
18	ПОНТІКУС	29,7	30,5	28,7	29,4	26,9	29,2	29,1
19	Фаустус	29,1	30,3	28,5	29,1	26,6	29,0	28,8
20	Глаукус	29,5	30,0	28,9	29,6	27,0	29,5	29,1
<b>Середня по сортам</b>		<b>30,6</b>	<b>32,9</b>	<b>29,3</b>	<b>29,6</b>	<b>30,0</b>	<b>31,9</b>	<b>31,1</b>

Результати досліджень виявили, що в оптимальних умовах вологозабезпеченості морфобіотипи озимої пшениці характеризувались високим абсолютним проявом маси зерна з головного колоса і колосів другого порядку і крупністю зерна.

Характерно, що співвідношення цих елементів структури врожаю при зрошенні було більш тісним, ніж за умов без зрошення. Так, перебільшення маси зерна з головного колоса до маси зерна колосів другого порядку було за умов зрошення 27,2 – 34,4%, без зрошення 32,6 – 41,0%, за масою 1000 зерен, відповідно, 16,9 – 24,5% і 27,1 – 33,0% (табл. 5.7).

**Таблиця 5.7 – Характер прояву елементів продуктивності за різних умов вирощування високопродуктивних ліній озимої пшениці (2018-2019 рр.)**

Генетичне походження ліній	Маса зерна з колоса, г			Маса 1000 зерен, г		
	$\frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2}$	$\Delta\bar{x}_1 > \bar{x}_2$ , %	$\frac{H_{P_1}^2}{H_{P_2}^2}$ , %	$\frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2}$	$\Delta\bar{x}_1 > \bar{x}_2$ , %	$\frac{H_{P_1}^2}{H_{P_2}^2}$ , %
1	2	3	4	5	6	7
<b>Зрошення</b>						
Херсонська безоста, st	$\frac{1,78}{1,30}$	27,0		$\frac{43,8}{36,4}$	17,9	
Херсонська безоста / Русалка	$\frac{1,89}{1,28}$	31,3	$\frac{42,4}{14,4}$	$\frac{47,5}{39,5}$	16,9	$\frac{18,9}{5,0}$
Одеська 51 / NS 471	$\frac{2,02}{1,48}$	27,2	$\frac{36,8}{10,4}$	$\frac{48,0}{36,8}$	23,4	$\frac{54,4}{22,9}$
Херсонська 90 / Знахідка одеська	$\frac{1,89}{1,24}$	34,4	$\frac{46,8}{18,2}$	$\frac{50,8}{38,4}$	24,5	$\frac{58,8}{30,4}$
Асканійська / Вікторія одеська	$\frac{2,03}{1,38}$	32,1	$\frac{43,9}{16,8}$	$\frac{51,4}{39,6}$	23,0	$\frac{56,4}{28,4}$
<b>Без зрошення</b>						
Херсонська безоста, st	$\frac{1,42}{0,82}$	42,3		$\frac{38,8}{26,5}$	31,8	

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4	5	6	7
Херсонська безоста / Русалка	$\frac{1,58}{1,02}$	35,5	$\frac{24,8}{5,0}$	$\frac{39,4}{27,4}$	30,5	$\frac{30,8}{5,0}$
Одеська 51 / NS 471	$\frac{1,64}{0,98}$	41,0	$\frac{28,4}{5,0}$	$\frac{38,4}{28,0}$	27,1	$\frac{26,5}{2,5}$
Херсонська 90 / Знахідка одеська	$\frac{1,58}{1,02}$	35,5	$\frac{24,6}{4,8}$	$\frac{39,5}{28,5}$	27,9	$\frac{26,8}{48}$
Асканійська / Вікторія одеська	$\frac{1,64}{1,04}$	36,6	$\frac{26,2}{5,0}$	$\frac{43,4}{29,1}$	33,0	$\frac{34,4}{6,8}$

Примітка: 1. Чисельник – маса зерна з головного колоса ( $\bar{x}_1$ ); 2. Знаменник – маса зерна колосів другого порядку ( $\bar{x}_2$ ); 3.  $\Delta\bar{x}_1 > \bar{x}_2$  – перебільшення значень головного колоса по відношенню до колосів другого порядку; 4.  $H_R^2$  – коефіцієнт реалізованої спадковості маси зерна головного колоса; 5.  $H_P^2$  – коефіцієнт реалізованої спадковості маси зерна колосів другого порядку

В умовах зрошення реалізація показників елементів структури врожаю значно вища, ніж у менш сприятливих умовах незрошеного землеробства. Ці дослідження підтвердили той факт, що добір генотипів, стійких до несприятливих умов довкілля, необхідно проводити тільки після того, як їх висока потенційна продуктивність доведена в сприятливих умовах вирощування.

В умовах зрошення реалізація показників елементів структури врожаю значно вища, ніж у менш сприятливих умовах незрошеного землеробства.

Ці дослідження підтвердили той факт, що добір генотипів, стійких до несприятливих умов довкілля, необхідно проводити тільки після того, як їх висока потенційна продуктивність доведена в сприятливих умовах вирощування.

В умовах зрошення реалізація показників елементів структури врожаю значно вища, ніж у менш сприятливих умовах незрошеного землеробства. Ці дослідження підтвердили той факт, що добір генотипів, стійких до несприятливих умов довкілля, необхідно проводити тільки після того, як їх висока потенційна продуктивність доведена в сприятливих умовах вирощування.

Підвищення маси зерна з колоса із головних чинників урожайності озимої пшениці за умов зрошення, залежить від стабільності прояву числа зерен і їх крупності. Ці ознаки мають різну мінливість під впливом лімітуючих чинників зовнішнього довкілля і від генетичного походження ліній озимої пшениці.

Найбільшу стабільність високих значень продуктивності колоса виявили біотиби, які були добрані із гібридних популяцій Херсонська безоста / Русалка, Одеська 51 / NS 471, Херсонська 90 / Знахідка одеська, Асканійська / Вікторія одеська та інші. Перераховані гібриди характеризуються значним протистоянням до несприятливих умов зовнішнього середовища і максимально реалізовувати потенційну врожайність.

Параметри ознак продуктивності у цих гібридних популяцій середні за вираженістю, але досить стабільні за проявом. Так, з гібридних популяцій були добрані селекційні лінії (16/205, 16/215, 16/384, 16/401 та інші, які за продуктивністю колоса перебільшували стандарт Херсонська безоста на 10–15%, що забезпечувалось, головним чином, підвищенням числа зерен в колосі і крупністю зерна. Урожайність перспективних ліній пшениці озимої в середньому за роки досліджень становила 5,69–5,99 т/га, що на 0,24–0,54 т/га перевищило контроль (табл. 5.6).

Характер прояву цих ознак в комплексі, як правило, має середнє значення, а однобічне абсолютне підвищення окремої ознаки збільшувало її мінливість під дією лімітуючих чинників зовнішнього довкілля.

**Таблиця 5.6 – Урожайність (т/га) перспективних ліній пшениці озимої, (2017–2021 рр.)**

Сорт генетичне походження	Роки					Середнє за роки досліджень
	2017	2018	2019	2020	2021	
Херсонська безоста, стандарт	5,65	5,45	5,94	4,91	5,32	5,45
16/205 – Одеська 51 / NS 471	5,84	5,68	6,24	5,14	5,54	5,69
16/215 – Херсонська 90 / Знахідка одеська	6,04	5,99	6,38	5,28	5,49	5,84
16/384 – Асканійська / Вікторія одеська	6,28	6,08	6,45	5,44	5,68	5,99
16/401 – Асканійська / Вікторія одеська	5,84	5,94	6,28	5,24	5,81	5,86
16/412 – Асканійська / Знахідка одеська	6,18	5,98	6,04	5,51	5,74	5,89
НІР <sub>05</sub> , т/га	0,32	0,28	0,19	0,24	0,21	

Таким чином, чим більший абсолютний індивідуальний прояв субознак, тим менша адаптивна здатність морфобіотипів. Розірвати такий негативний взаємозв'язок можна, коли в роботу включається вся генетико-фізіологічна система гомеостазу, яка і забезпечить комплексний прояв ознак на досить високому рівні.

## **ПРОБЛЕМИ І РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ СЕЛЕКЦІЇ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ З ПІДВИЩЕНОЮ ЕКОЛОГІЧНОЮ СТАБІЛЬНІСТЮ**

Значна кількість сортів озимої пшениці, створених в процесі селекції виходять в «тираж», але можна припустити, що за фенотиповою однорідністю у них приховується значна генотипова різноманітність ознак, за якими ще не проводилась спрямована селекція. Тому вивчення їх за різних умов вирощування не лише дозволяє вивчати генетичні джерела нових ознак, але й забезпечити більш широкі можливості для адаптивної селекції.

Кожен сорт може мати свій набір лімітуючих урожайність чинників за умов стресових ситуацій. Аналіз результатів наших досліджень [10] свідчить про те, що головними з них у більшості сортів залишаються стійкість до фітопатогенів, посухи, низької від'ємної температури. Сполучити в одному генотипі високу врожайність і названі ознаки нелегко, а теоретичних підходів для вирішення цієї проблеми недостатньо і вони носять в основному загальний характер.

Для вирішення проблем адаптивної селекції озимої пшениці необхідна розробка відповідних методів, які б дозволили деякою мірою спрямовано доповнити дію природного добору для формування доступної генотипової мінливості. На нашу думку, що це можливо за різних умов вирощування гібридних популяцій (зрошення, без зрошення та ін.) у цьому випадку зовнішнє довкілля виступає в ролі чинника, який не лише сортує генотипи за їх пристосованістю, але й значною мірою визначає генотипову структуру гібридних популяцій в наступних поколіннях.

Значне позитивне зрушення в ефективності селекційної роботи може відбутися при використанні нових методів селекції і оцінки вихідного матеріалу. Велику допомогу в цьому може здійснити фізіологія рослин, досягнення якої селекціонерами використовується ще дуже рідко, через недостатність експресивних методів і відсутність матеріально-технічної бази.

Розширення програм адаптивної селекції озимої пшениці стримується трудомісткістю цього процесу, тому необхідна розробка побічних методів визначення пластичності генотипів рослин. У зв'язку з цим випробування нових сортів і форм озимої пшениці, а також гібридних популяцій на перших етапах селекційного процесу за різних умов вирощування дає можливість прогнозувати генетично можливу стабільність морфобіотипів озимої пшениці.

Ми повністю поділяємо погляди багатьох вчених про те, що підвищення потенційної продуктивності сорту одночасно потребує і посилення його екологічної стійкості. Особливо це характерно для умов зрошення, де швидше може наступити водяний стрес, порівняно з посівами без зрошення за рахунок недостатнього формування кореневої системи. Така ситуація вимагає необхідності підвищення посухостійкості агроценозів за умов зрошення, яку можна вирішити за рахунок селекції [213].

Підвищення екологічної стійкості рослин слід розглядати, як найважливішу умову реалізації потенційної продуктивності. Викликано це тим, що в останні роки спостерігається тенденція збільшення розриву між рекордною і середньою врожайністю озимої пшениці.

Сучасні сорти пшениці м'якої озимої мають високий біологічний потенціал урожайності – до 11 т/га, але за виробничих умов він реалізується лише до 50%. До втрати врожаю призводить невідповідність адаптивного потенціалу сорту умовам вирощування [16].

Мінливість урожайності в окремі роки на 60–80% зумовлена погодними флуктуаціями, а також впливом на стійкий



ріст урожайності чинників зовнішнього довкілля, оптимізувати які за рахунок техногенних засобів не вдається.

Високі дози азотних добрив, зрошення, підвищення щільності посіву, значно знижують стійкість рослин озимої пшениці до абіотичних і біотичних стресів. Штучний добір генотипів пшениці озимої повинен повною мірою використовувати можливу зміну у фенотиповій структурі популяції під впливом біоценотичних відношень у агроценозі. Так, в умовах загушення стеблостою рослин висока врожайність окремих генотипів може бути зумовлена не лише їх потенційною продуктивністю, а і конкурентною здатністю. Ряд вчених [200] вважають, що в умовах агроценозу потенційна продуктивність окремих рослин реалізується лише на 10–20%. За даними інших науковців відмінність рослин за конкурентною здатністю зумовлена 50% фенотипової дисперсії, яка заважає ідентифікувати необхідні біотики за фенотипом.

Підвищення щільності посіву рослин – один із головних шляхів підвищення потенційної продуктивності агроценозів, але більшість культур помітно знижує індекс урожайності й акцепторні функції репродуктивних органів. Тому підвищення пристосованості рослин до густоти стеблостою, як і інші фітоценотичні ознаки типовості посіву, повинні забезпечуватися вже на перших етапах селекційного процесу [59].

Мінливість коефіцієнтів генотипових кореляцій, залежно від місця і погодних умов вирощування, ценотичних умов формування популяцій вивчалось більше на ярій пшениці [113]. Нарівні з цим виникла необхідність пошуку закономірностей мінливості зв'язку між кількісними ознаками озимої пшениці при зміні ценотичних умов вирощування.

Зміна вираженості одних елементів продуктивності через корелятивні, тобто взаємозумовлені зв'язки й еволюційну збалансованість призводить до змін інших елементів, а це в підсумку забезпечує збереження динамічної рівноваги ознак і властивостей у системі.

Розрахунок коефіцієнтів кореляції виявив, що кількість продуктивних пагонів на одиницю площі по-різному впливав на формування врожайності озимої пшениці в контрастні за погодними умовами роки ( $r = -0,28 \dots +0,78$ ), але в середньому він був позитивним за різних умов вирощування (табл. 6.1).

**Таблиця 6.1 – Коефіцієнти кореляції та регресії врожайності з елементами її структури залежно від генотипу й умов вирощування (2016–2017 рр.)**

Ознаки	Зрошення		Без зрошення	
	r	$b_i$	r	$b_i$
Продуктивна кущистість	0,10	1,20	-0,10	0,28
Число продуктивних пагонів на 1 м <sup>2</sup>	0,46●	1,10	0,44●	0,74
Число зерен із головного колоса	0,68●●	1,31	0,56●●	0,68
Число зерен із колоса пагонів другого порядку	0,40●	1,30	0,06	0,24
Число зерен з рослини	0,40●	0,86	0,12	0,35
Маса зерна з головного колоса	0,72●●	7,20	0,64●●	1,90
Маса зерна з колоса пагонів другого порядку	0,18	1,89	0,11	0,98
Маса зерна з рослини	0,36●	2,90	0,18	0,64
Маса 1000 зерен	0,58●●	3,90	0,66●●	1,20

Примітка: 1. ● – показник кореляції на 5%; 2. ●● – 1% рівня значимості

Це можна пояснити тим, що в несприятливі роки, головним є період зимівлі, врожай озимої пшениці був реалізованим за рахунок елементів структури продуктивності, які здатні компенсувати деяку втрату стеблостою. За роки проведення досліджень урожайність мала позитивний зв'язок із кількістю продуктивних пагонів і числом зерен головного колоса. Меншою мірою з нею пов'язана кількість зерен із пагонів другого порядку і число зерен загалом із рослини, а в гостро посушливі роки ця залежність була негативною. При зрошенні у різних

генотипів і незалежно від погодних умов цей зв'язок був позитивний ( $r = 0,12-0,40$ ). Найбільш щільний зв'язок урожайності спостерігався з масою і числом зерен із головного колоса і масою 1000 зерен.

В умовах зрошення спостерігався спрямований ріст продуктивності бокових пагонів, внаслідок цього розрив між продуктивністю головного колоса і колосів другого порядку зменшувався.

На нашу думку, подальше підвищення врожайності озимої пшениці у Південному Степу України пов'язана прямою залежністю врожайності з числом зерен із колоса і масою 1000 зерен. Тому, насамперед необхідно вести добір біотипів за продуктивністю головного колоса, а в умовах зрошення і в сприятливі роки – ефективний добір загалом за продуктивністю рослин, коли є можливість розпізнати біотики з підвищеною кущистістю.

За даними наших досліджень, між числом зерен у колосі та масою зерна з колоса існує висока позитивна залежність як при зрошенні ( $r = 0,74-0,82$ ), так і в незрошуваних умовах ( $r = 0,52-0,64$ ).

Маса 1000 зерен також має позитивний зв'язок із продуктивністю колоса ( $r = 0,62-0,74$ ), відповідно в незрошуваних умовах ( $r = 0,32-0,44$ ) і число зерен із колоса слабо корелює з масою 1000 зерен ( $r = 0,08-0,15$ ), але в незрошуваних умовах ця залежність була більш вираженою ( $r = 0,20-0,38$ ), це дозволяє сподіватися на поєднання в одному генотипі цих ознак в оптимальному вираженні (табл. 6.2).

Ми, вважаємо, що думки деяких вчених щодо того, що добір на підвищення маси 1000 зерен може викликати негативний ефект за такими ознаками як число колосків і зерен у колосі перебільшені. Наявний генофонд озимої пшениці дозволяє створювати внаслідок гібридизації та спрямованого добору, які за сприятливих умов характеризуються високою вираженістю обох субкомпонентів урожайності.

**Таблиця 6.2 – Кореляційна залежність між ознаками продуктивності колоса у гібридів озимої пшениці за різних умов вирощування (2016–2017 рр.)**

Ознаки	Зрошення		Без зрошення	
	<i>lim</i>	$\bar{x}$	<i>lim</i>	$\bar{x}$
Число колосків із колоса				
Число зерен з колоса	0,84–0,90	0,87	0,64–0,70	0,67
Маса 1000 зерен	0,10–0,18	0,14	0,10–0,20	0,15
Довжина колоса	0,10–0,36	0,23	0,08–0,30	0,19
Маса зерна з колоса	0,78–0,89	0,84	0,32–0,44	0,38
Число зерен з колоса				
Маса 1000 зерен	0,08–0,15	0,12	0,20–0,36	0,28
Довжина колоса	0,09–0,46	0,28	0,12–0,38	0,25
Маса зерна з колоса	0,74–0,92	0,83	0,52–0,64	0,58
Маса 1000 зерен				
Довжина колоса	0,45–0,68	0,57	0,06–0,12	0,10
Маса зерна з колоса	0,62–0,74	0,68	0,32–0,44	0,38
Довжина колоса				
Маса зерна з колоса	0,30–0,62	0,46	0,16–0,24	0,20

Поряд із цим, необхідно відзначити, що добір за будь-якою однією ознакою продуктивності зумовлює різне успадкування нащадками добраних рослин. Так, кількість доборів нащадків за числом колосків у колосі, які перевищували за цією ознакою стандарт, складало 76,5–89,4%, число зерен із колоса успадковувалося у 66,3–71,2% нащадків, а маса 1000 зерен – у 30,8–54,1% (табл. 6.3.).

Ефективність добору однієї ознаки залежно від іншої різна. Так, добір за числом колосків з колоса був більш ефективним для підвищення кількості зерен (частота кращих нащадків складала 52,9–91,6%), ніж у відношенні підвищення маси 1000 зерен (частота 23,5–28,8%).

Таблиця 6.3 – Ефективність доборів за кількісними ознаками у гібридів озимої пшениці  
(2016–2017 рр.)

Ознаки за якими проводився добір	Число ліній, всього	Кількість ліній, які перевищили стандарт за ознаками					Урожай- ність
		Число колосків в колосі	Число зерен із колоса	Маса 1000 зерен	Маса зерен із колоса		
(Кохана / Кірена) Куяльник							
Число колосків в колосі	132	118/89,4	121/91,6	34/25,7	95/71,9	62/47,0	
Число зерен з колоса	132	88/66,7	94/71,2	32/24,2	98/74,2	61/46,2	
Маса 1000 зерен	129	58/45,0	56/43,4	89/69,0	69/53,5	49/38,0	
(Вікторія одеська / НС 314) Херсонська 90							
Число колосків в колосі	125	110/88,0	93/74,4	36/28,8	86/68,8	56/44,8	
Число зерен з колоса	124	83/66,9	86/69,3	34/27,4	89/71,7	57/45,9	
Маса 1000 зерен	130	46/35,4	56/43,1	84/64,6	70/30,8	49/37,7	
(Альбатрос одеський / Херсонська остиста) Вікторія одеська							
Число колосків в колосі	102	78/76,5	54/52,9	24/23,5	56/54,9	36/35,3	
Число зерен із колоса	102	72/70,6	68/66,7	26/25,5	51/50,0	48/47,1	
Маса 1000 зерен	96	30/31,2	42/43,7	48/50,0	52/54,1	41/42,7	

Примітка: 1 – у чисельнику – абсолютна кількість ліній; 2 – у знаменнику – відсоток ліній (%)

Добори за числом колосків з колоса значно впливали на підвищення продуктивності колосу (частота кращих нащадків була в межах 54,0–71,9 %, але у підвищенні загального врожаю ця ефективність зменшувалась (36,3–47,0%). Більш результативним у збільшенні маси зерна з колоса і врожайністю загалом були добори за числом зерен з колоса, ніж за масою 1000 зерен (табл. 6.3). Нарівні з цим дані свідчать про те, щоб добори за цими названими ознаками дозволяють реально і вагомо впливати на накопичення врожайності озимої пшениці.

Встановлено, що між продуктивністю колоса і загальною врожайністю зерна існує висока позитивна залежність. Тому з погляду посилення ефективності селекційної роботи важливе значення нами відводиться вивченню впливу добору за масою зерна з головного колосу на врожайність нащадків.

При вивченні характеру прояву кількісних ознак необхідно враховувати на рівні з дією конкретних абіотичних чинників модифікуючий вплив ценотичних умов на ріст і розвиток рослин озимої пшениці. У зв'язку з цим виникає задача пошуку закономірностей мінливості прояву і залежності між кількісними ознаками при зміні, як генотипових, так і екологічних умов розвитку гібридних популяцій.

Із цього питання найбільш результативними були експерименти, проведені в контрастні роки за погодних умов і в ценозах, які створювалися різною щільністю рослин на одиницю посіву (схема посіву 30×10 см і 15×5 см) при зрошенні та в незрошуваних умовах.

Для визначення можливості прогнозу зміни величини та направленості коефіцієнтів фенотипової кореляції залежно від ценотичних і умов зовнішнього довкілля нами був обраний тріадний модуль із результативною ознакою – «маса зерна з головного колоса» і компонентними ознаками «число зерен з колоса» і «маса 1000 зерен».

Збільшення щільності стеблостою у рослин раніше і більшою мірою зумовлювало конкуренцію за елементами житте-

діяльності, що впливало на понижений прояв компонентних ознак продуктивності.

Незалежно від погодних умов коефіцієнт кореляцій між компонентами продуктивності та результативною ознакою, були більш вагомими при щільному посіві (15×5 см) порівняно з розрідженими (30×10 см), як при зрошенні, так і при незрошуваних умовах. Водночас за несприятливих погодних умов року абсолютне вираження кореляцій цих ознак за умов зрошення було дещо вищим, ніж без зрошення, а за сприятливих умов вегетації зафіксований подібний характер прояв корелятивного зв'язку цих ознак за різних умов вирощування.

Таким чином, одержані експериментальні дані підтверджують можливість прогнозу кореляцій при зміні ценотичних умов вирощування гібридних популяцій.

Гібридні популяції озимої пшениці становлять складну динамічну систему, яка зумовлює специфічну їх реакцію на мінливість умов вирощування. Ще не повністю розкриті процеси взаємодії різних біотипів у популяцій і не встановлені напрями зміни частоти господарсько-цінних форм під дією природного добору, особливо при пересіві гібридних популяцій озимої пшениці від  $F_2$  до  $F_5$ .

У процесі реалізації програм адаптивної селекції озимої пшениці, нами створено велику кількість сортів і форм, які одержали оцінку в конкурсних сортовипробуваннях, а ряд із них були в різний час районовані (Кірена, Ярославна, Дріада 1) або занесені в Державний реєстр сортів рослин України (Асканійська, Асканійська Берегиня, Кларіса, Перлина). Вони мають більш високу врожайність порівняно зі стандартними сортами Альбатрос одеський, Херсонська безоста, Херсонська 90 (табл. 6.4).

Як видно із даних таблиці 6.4 найбільшою врожайністю за різного часу відновлення весняної вегетації характеризувались сорти альтернативного типу Кларіса і нові сорти озимої

Таблиця 6.4 – Урожайність сортів озимої пшениці в конкурсному сортовищепробуванні за умов зрошення

Сорт	Роки						Середнє за роки випробувань	± до Херсонська безоста, st
	2016	2017	2018	2019	2020	2020		
Херсонська безоста, st	6,78	6,54	6,65	4,65	4,54	5,83	-	
Херсонська 90	6,95	6,68	7,05	5,22	5,15	6,21	+0,38	
Альбатрос одеський	6,64	6,44	6,48	5,18	4,35	5,82	-0,01	
Дріада 1	7,01	6,22	6,75	6,12	4,24	6,07	+0,24	
Кірена	7,12	6,88	6,68	6,22	4,84	6,35	+0,52	
Ярославна	7,05	6,58	6,59	6,10	4,79	6,22	+0,39	
Асканійська	7,67	7,24	7,42	7,12	5,55	7,00	+1,17	
Асканійська Берегиня	7,84	7,36	7,54	7,14	5,84	7,10	+1,27	
Перлина	-	-	7,55	7,38	5,90	6,94	+1,11	
Соломія	6,54	6,14	6,68	5,24	4,68	5,86	+0,03	
Зимоярка	5,14	5,08	5,46	4,98	4,16	4,96	-0,87	
Кларіса	7,22	6,98	7,15	5,24	5,12	6,34	+0,51	
12/274 – Дріада1/NS471	7,34	7,15	7,25	5,48	5,68	6,58	+0,75	
12/330 – Херсонська 90 / Зимоярка	7,12	7,05	7,10	5,32	5,44	6,41	+0,58	
НІР <sub>05</sub> т/га	0,34	0,29	0,21	0,18	0,25			



пшениці Перлина, Асканійська, Асканійська Берегиня. Так, в середньому за роки досліджень (2016–2020) вони перевищували за врожайністю стандартний сорт Херсонську безосту на 0,51–1,27 т/га, а за несприятливих умов пізнього відновлення весняної вегетації (2020) їх перевага була на рівні 0,58–1,34 т/га.

Нами встановлено, що в умовах зрошення підвищення продуктивності колоса деякою мірою може компенсувати зниження кількості продуктивних пагонів, а за несприятливих умов вирощування озимої пшениці цього зробити не вдається. В умовах зрошення більшість сортів нашої селекції перевищували за масою зерна з колоса і 1000 зерен сорти Херсонська безоста і Альбатрос одеський, а за продуктивною куцистістю і формуванням продуктивного стеблостою поступались Альбатросу одеському, крім нових сортів озимої пшениці Асканійська, Асканійська Берегиня та Перлина.

На перших етапах селекційної роботи в ХДАУ сумісно з НФ «Дріада» були створені сорти озимої пшениці інтенсивного типу (Дріада 1, Кірена, Ярославна). Вони характеризувались достатньо високою стійкістю до вилягання, незважаючи на високорослість, і значною продуктивністю головного колоса, за рахунок якого формувалась їх урожайність, але з недостатньою адаптивністю до несприятливих умов вирощування.

Із ростом інтенсифікації виробництва перед селекцією постала принципово нова проблема створення сортів озимої пшениці універсального типу з підвищеною реакцією на агрофон і стійких до несприятливих і різних умов вирощування. Це сорти за фенотипом займають проміжне вираження між напівкарликовими і середньорослими сортами. З цією метою нами сумісно з Асканійською дослідною станцією НААУ були створені наступні сорти – Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина, які значно перевищують стандарт за врожайністю і характеризуються комплексною взаємодією різних структурних елементів продуктивності (табл. 6.5).

Таблиця 6.5 – Структура врожайності сортів озимої пшениці конкурсного сортопробування  
(середнє 2016–2020 рр.)

Сорт, лінія	Кількість в колосі, шт		Маса зерна, г		Відношення зерно : солома	Продуктивна кущистість, шт	Кількість продуктивних стебел, шт/м <sup>2</sup>
	колосків	зерен	головного колоса	1000 зерен			
Херсонська безоста, st	19,2	34,8	1,44	40,6	1:1,3	1,4	630
Херсонська 90	20,0	40,4	1,64	43,9	1:1,3	1,4	628
Альбатрос одеський	18,2	39,3	1,48	40,1	1:1,2	2,3	708
Дріада 1	21,4	42,4	1,64	42,8	1:1,5	1,2	578
Кірена	22,3	44,9	1,72	43,4	1:1,4	1,3	590
Ярославна	21,8	43,4	1,68	44,4	1:1,4	1,2	584
Асканійська	22,4	49,4	1,84	43,4	1:1,3	1,6	654
Асканійська Берегиня	22,9	50,1	1,89	44,5	1:1,4	1,7	726
Перлина	21,4	51,9	1,82	43,4	1:1,5	1,6	728
Соломія	19,4	41,4	1,54	40,8	1:2	1,3	590
Зимоярка	19,8	40,6	1,42	38,8	1:2	1,2	596
Кларіса	21,4	42,8	1,58	42,4	1:2	1,3	658
12/274 – Дріада1 / NS 471	21,9	50,4	1,78	42,4	1:2	1,4	684
12/430 – Херсонська 90 / Зимоярка	21,0	51,2	1,72	43,2	1:2	1,4	692
12/454 – Альбатрос од. / NS 471	21,4	51,9	1,82	41,9	1:2	1,3	701

Характерною рисою для них є крупне зерно (маса 1000 зерен 49,4–51,9 г), висока продуктивність колоса (1,82–1,84 г) при формуванні досить щільного продуктивного стеблостою (654–728 шт/м<sup>2</sup>).

Аналіз формування врожайності даних сортів озимої пшениці за різних умов вирощування виявив, що підвищення щільності продуктивного стеблостою і синхронність колосіння пагонів різного порядку являються основними адаптивними ознаками для одержання більш високої врожайності.

На відміну від раніше створених сортів озимої пшениці (Кірена, Ярославна, Херсонська 153 та інші) нові сортотипи відрізнялись високою продуктивністю колоса, яка в деякій мірі може компенсувати недобір продуктивних пагонів на одиницю площі і більш високою масою 1000 зерен, порівняно зі стандартом за різних умов вирощування.

За стійкістю до найбільш шкочочинних патогенів (борошніста роса, бура іржа) ми орієнтувались на стійкі до цих хвороб сорти Русалка, NS471. В результаті добору стійких генотипів на природному фоні за умов зрошення і штучному зараженні були створені стійкі і толерантні сортотипи.

Для масової оцінки посухостійкості селекційних номерів нами широко використовуються прямі польові і лабораторні методи, передусім порівняння врожайності і фізичних якостей зерна (виповненість зерна, маса 1000 зерен) у посушливі роки, в умовах незрошеного землеробства і з їх проявом при зрошенні.

Успіх у створенні посухостійких сортів значною мірою залежить від правильної концепції підбору компонентів для схрещування. Частота бажаного комбінування ознак посухостійкості і високої продуктивності при гібридизації залежить від схем схрещування, створення штучних умов для добору і генетично детермінованого рівня ознак у вихідних батьківських форм. Такі умови були дотримані при селекції стійких до несприятливих умов зовнішнього довкілля сортів озимої пшениці Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина.

Досліджування формування врожайності даних сортів за різними попередниками (чистий і зайнятий пар, кукурудза МВС), без зрошення також виявило їх перевагу порівняно зі стандартними сортами (Альбатрос одеський, Херсонська безоста).

Таким чином, наші результати селекції озимої пшениці можна поділити на ряд етапів. Першим був напрям у створенні середньорослих сортів інтенсивного типу (Кірена, Ярославна та ін.) і альтернативного типу (Соломія, Кларіса) цілком для різних умов вирощування, особливо для пізніх строків сівби.

Подальше створення і аналіз селекційного матеріалу озимої пшениці проводилися як за умов зрошення, так і без зрошення. У результаті було здійснено теоретичне обґрунтування напрямку адаптивної селекції, вивчено характер мінливості, успадкування і ефективність добору цінних морфобіотипів для різних умов вирощування. Це дало можливість створити ряд сортів озимої пшениці універсального типу (Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина, Кларіса), які більш пристосовані як для інтенсивного використання, так і екстремальних умов вирощування.

У цілому сорт озимої пшениці, як біологічна макросистема, визначає ступінь використання екологічних і технологічних ресурсів. Тому селекція за умов інтенсифікації повинна бути адаптивною, спрямована на створення сортів універсального типу, які б володіли широкою нормою реакції на несприятливі чинники зовнішнього довкілля.

Прискорене впровадження нових сортів озимої пшениці залежить від розробки, паралельно з селекційним процесом сортової агротехніки, забезпечення елітних господарств якісним посівним матеріалом і проведення виробничих сортови-пробувань у різних агроекологічних зонах.

## - VII -

### АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

У результаті селекційного удосконалення озимої пшениці її генетичний потенціал протягом семи сортозмін [214] зріс у 2,5 рази. При цьому ріст урожайності з кожною сортозміною супроводжувався зниженням висоти рослин і підвищенням реакції сортів на агротехнічне забезпечення. Але з підвищенням інтенсивності сортів відбувається закономірне зниження їх адаптивного потенціалу. Таке становище вимагає подальшої розробки й удосконалення методів селекційного процесу на підвищення стійкості сортів озимої пшениці до несприятливих умов зовнішнього довкілля.

Неадекватна реакція ряду сортів озимої пшениці на абіотичні флуктуації зовнішнього довкілля вимагає цілеспрямованого створення вихідного матеріалу з урахуванням пластичності і стабільності прояву ознак і властивостей у морфобіотипів. Крім того, умови зрошення не можуть створити повністю оптимальних умов на весь період вегетації озимої пшениці, повітряна посуха в несприятливих умовах південного Степу України іноді більш уразлива, ніж ґрунтова. Порушення поливного режиму в критичні періоди росту і розвитку рослин можуть визвати ще більший вплив ґрунтової посухи, порівняно з умовами без зрошення, із-за недостатньо розвинутої кореневої системи. Тому виникає необхідність ідентифікації сортів і форм озимої пшениці за параметрами пластичності і екологічної стабільності, цілеспрямованого їх використання при створенні вихідного селекційного матеріалу [14].

Нами була проведена оцінка різних генджерел за господарсько-цінними ознаками для визначення генетичного

потенціалу і ступеня його реалізації за різних умов вирощування, а також динаміки варіювання ознак у процесі спрямованого і еволюційного добору протягом 5–6 генерацій.

Проведені нами дослідження передбачали удосконалення існуючих методів оцінки, добору і підбору селекційного матеріалу на різних етапах селекційного процесу, розробку нових методів створення гібридних популяцій, і добору корисних у селекційному відношенні низькорослих морфобіотипів [215].

Наші дослідження показали, що час відновлення весняної вегетації може як позитивно, так і негативно впливати на врожайність озимої пшениці залежно від стану розвитку посівів (строків сівби) і еколого-біологічних особливостей сорту. Для реалізації високого потенціалу врожайності необхідно оптимізувати сортовий склад пшениці різного типу розвитку за реакцією на різні строки сівби для конкретного регіону вирощування.

Такими біологічними властивостями володіють нові сорти озимої пшениці Асканійська Берегиня, Перлина і сорт альтернативного типу Кларіса, які при пізніх сходах рослин і пізніх строків сівби (20.10–10.11) формують високу врожайність на рівні оптимального строку сівби і вище.

Виявлено, що кількісний облік синхронності стеблоутворення озимої пшениці дає змогу виявити істотну різницю за цим показником між сортами і виділити ряд високоврожайних морфобіотипів із підвищеною синхронністю розвитку пагонів кущіння. Різні умови вирощування загалом мало змінювали характер прояву цієї ознаки, що свідчить про досить високу її генотипову мінливість.

Найбільшим індексом продуктивності володіють генотипи у яких колосіння вторинних пагонів проходить у короткі строки. Потенційна продуктивність рослин у суцільному посіві тим більша, чим вище значення індексу продуктивності. Ця ознака може бути надійним критерієм при ранній діагностиці високоврожайних генотипів.

Встановлено, що висока позитивна залежність між питомою щільністю листової поверхні і врожайністю зерна дає можливість для прогнозування продуктивності рослин озимої пшениці на ранніх етапах селекційного процесу.

Різниця за площею листової поверхні, чистою продуктивністю фотосинтезу залежала не лише від сортових особливостей, а і від густоти стеблостою і строків сівби. Практично у всіх сортів озимої пшениці максимальні розміри листової поверхні спостерігались у період колосіння – формування зерна.

Дослідженнями доведено, що підвищення стійкості рослин озимої пшениці до посухи залежить від спрямованого використання відповідної фізіологічної системи генотипу. Виявлений позитивний зв'язок між водоутримуючою здатністю генотипів і врожайністю можна використовувати при створенні високопродуктивних сортів озимої пшениці, стійких до несприятливих умов вирощування.

У процесі багаторічних досліджень розглянуто концепції підвищення ефективності селекції й комплексно вивчено успадкованість і мінливість ознак, кореляційний і регресійний взаємозв'язок між ними, ступінь впливу зовнішнього довкілля і умов вирощування на адаптивний потенціал сортів і морфобіотипів озимої пшениці.

Вивчення сортової і модифікаційної мінливості, залежно від площі живлення і строків сівби рослин, дозволило виявити ряд чинників, які маскують модифікаціями генотиповий прояв окремих кількісних ознак. Нами встановлено, що за пізнього і оптимального строків сівби порівняно з раннім, створюються такі умови вирощування рослин, які знижують рівень модифікуючої мінливості елементів продуктивності і тим самим отримують виявлення фенотипової відмінності ознак.

Коливання параметрів мінливості (*lim*) ознак продуктивності за різних умов вирощування має важливе значення при визначенні сортів озимої пшениці за проявом їх стабільності і цілеспрямованого використання в селекційній роботі.

Аналіз параметрів пластичності і стабільності елементів структури врожаю у сортів озимої пшениці виявив, що їх мінливість значно залежить від генотипу.

У результаті наших досліджень у селекційних ліній озимої пшениці на основі вивчення кореляційного зв'язку мінливості статистичних параметрів індекса лінійної щільності колоса (ІЛЩ), розрахованого як відношення кількості зерен колоса до довжини колоса, надана оцінка можливості використання його в практичній селекції, особливо на ранніх її етапах. По величині індексу лінійної щільності колоса можна відбирати низькорослі селекційні лінії з більшою кількістю зерен у колосі і відповідно з підвищеною масою зерна з колоса.

Визначення коефіцієнтів шляху дало можливість виявити прямі і побічні ефекти впливу основних компонентів продуктивності на врожайність. При цьому встановлено, що розподіл впливу селекційних ознак на врожайність був у ряді випадків діаметрально протилежним за різних умов вирощування і морфоструктурних ознак архітекτονіки генотипів.

Встановлено, що до високопродуктивних форм з більш тривалим періодом зерноутворення повинен бути диференційований підхід, а їх використання лише після вивчення в умовах сортової агротехніки.

Із гібридних популяцій, які характеризуються стійкістю, або толерантністю до несприятливих умов довкілля, можна відібрати генотипи з інтегральною взаємодією цінних субознак продуктивності колоса. Характер прояву цих ознак в комплексі, як правило, має середнє значення, а однобічне абсолютне підвищення окремої ознаки збільшувало її мінливість під дією лімітуючих чинників зовнішнього середовища. При цьому, чим більший абсолютний індивідуальний прояв субознак, тим менша адаптивна здатність морфобіотипів. Розірвати такий негативний взаємозв'язок можна, коли в роботу включається вся генетико-фізіологічна система гомеостазу.



Встановлено, що в умовах зрошення, підвищення продуктивності колоса деякою мірою може компенсувати зниження кількості продуктивних пагонів, а за несприятливих умов вирощування озимої пшениці цього зробити не вдається.

Із ростом інтенсифікації виробництва перед селекцією постала принципова нова проблема створення сортів озимої пшениці універсального типу з підвищеною реакцією на умови вирощування і стійких до несприятливих умов довкілля. Це сорти за фенотипом займають проміжне відношення між напівкарликовими і середньорослими сортами.

Аналіз ліній різного генетичного походження виявив, що у сприятливі за погодними умовами високою врожайністю, володіють різні за висотою рослин генотипи, але найбільш оптимальна довжина соломини для реалізації продуктивності 80–90 см. Вивчення ідентичних ліній у несприятливих умовах показало, що вони перевищували форми з меншою висотою рослин на 8,0–9,3 ц/га.

Розглянутий в монографії комплекс способів прискорення селекційного процесу, упровадження удосконалених і розробка нових методів селекції визначення головних ознак добору за допомогою шляхових коефіцієнтів, регресивного аналізу дозволив створити ряд нових сортів «типово» озимих (Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина) і альтернативного типу (Кларіса, Соломія), які відповідають вимогам сортам універсального типу.

Вивчення за різних умов вирощування сортів озимої пшениці різного еколого-генетичного походження виявило неадекватні ефекти їх загальної і специфічної адаптивної здатності. Більш високим її ефектом відрізнялись сорти і форми степового еко типу, що свідчить про можливість їх цілеспрямованого використання у створенні нового селекційного матеріалу з високим адаптивним потенціалом. Оптимальним варіантом створення таких форм є добір генотипів з середньою пластичністю і достатньо високою стабільністю прояву ознак.

Схрещування сортів і форм в межах одного степового еко-типу дозволяє одержати високий вихід високопродуктивного селекційного матеріалу, у якого адаптивний потенціал був на рівні з кращими батьківськими компонентами. У більшості випадків еколого-віддалених схрещувань спостерігався більший вихід високопродуктивних форм, але у багатьох морфобіотипів у стресових умовах їх урожайний потенціал різко знижувався. У цілому найбільш урожайними з добре вираженими адаптивними ознаками і підвищеною інтенсивністю формування продуктивного стеблостою, характеризувались лінії з раннім колосінням і більш тривалим періодом зерноутворення.

Нині проходять конкурсне сортовипробування селекційні лінії нового покоління, які створювались за програмою адаптивної селекції (табл. 7.1).

Як видно з таблиці 7.1 ряд перспективних ліній озимої пшениці створені на основі сортів і форм, виведених нами в процесі програми адаптивної селекції. Значний внесок у селекційний процес дали комбінації з участю Дріада 1, Асканійська, Кларіса. Ці лінії відрізняються високою стабільністю прояву врожайності у контрастні за погодними умовами роки досліджень.

Створені селекційні форми озимої пшениці за висотою рослин відповідають моделі універсального сортотипу, який на наш погляд найбільшою мірою відповідає вимогам адаптивного землеробства. Дані генотипи мають середню стійкість до борошнистої роси і високу стійкість до бурої іржі на природному фоні за умов зрошення. Особливо слід виділити селекційні лінії 16/204, 16/224, 16/320, 17/238, 17/246, які поряд з високим проявом адаптивних ознак, забезпечують високу і стабільну врожайність якісного зерна.

Таким чином, на основі аналізу результатів досліджень, які представлені в монографії, можна стверджувати, що нами розроблено комплекс способів прискорення селекційного процесу. Розроблені комплексні заходи оцінки визначення

Таблиця 7.1 – Урожайність перспективних селекційних ліній озимої пшениці (т/га)

Сорт, селекційна лінія	Рік				Середнє	± до стандарту
	2018	2019	2020	2021		
Херсонська безоста, стандарт	6,26	5,18	4,60	5,61	5,41	-0,19
Херсонська 90, стандарт	6,44	5,34	4,82	5,81	5,60	—
16/204 – Херсонська 90 / Знахідка одеська	6,65	5,84	5,64	6,12	6,06	0,54
16/224 – Херсонська безоста / NS 471	6,81	5,77	5,41	6,24	6,05	0,55
16/320 – Одеська 51 / NS 471	6,90	5,68	5,29	6,22	6,02	0,58
16/318 – Асканійська / Знахідка одеська	6,86	5,32	4,84	6,38	5,85	0,15
17/204 – Асканійська / Вікторія одеська	6,74	5,84	4,98	6,41	5,99	0,39
17/214 – Дріада 1 / NS 471	6,85	5,32	5,12	6,12	5,85	0,15
17/218 – Херсонська 90 / Зимоярка	6,94	5,44	5,32	6,14	5,96	0,36
17/224 – Альбатрос одеський / NS 471	6,88	5,84	5,14	6,28	6,03	0,43
17/238 – Дріада 1 / Знахідка одеська	6,91	5,98	5,24	6,38	6,13	0,53
17/246 – Херсонська безоста / Вікторія од.	6,84	6,02	5,18	6,12	6,04	0,44
16/140 – Асканійська / Кларіса	6,32	5,86	4,98	6,44	5,90	0,30
16/151 – Херсонська безоста / Кларіса	6,48	6,12	5,02	6,52	6,03	0,43
НІР <sub>05</sub> (т/га)	0,38	0,24	0,28	0,31		

параметрів пластичності і стабільності морфобіотипів для цілеспрямованого їх використання при адаптивній селекції озимої пшениці. Розроблені і удосконалені методи добору цінних генотипів використовуються в практичній селекційній роботі, а створені сорти і морфобіотипи широко використовуються в практичній селекції і впроваджуються в сільськогосподарське виробництво.

## ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ РОБОТИ І ВИРОБНИЦТВА

### 1. Науково-дослідним установам рекомендується:

- при доборі високоврожайних з підвищеним адаптивним потенціалом необхідно проводити поетапну оцінку морфобіотипів спочатку в умовах зрошення на високому агрофоні на потенційну продуктивність, а потім в менш сприятливих умовах незрошеного землеробства на стійкість до несприятливих умов вирощування;
- для ідентифікації високопродуктивних і адаптивних морфобіотипів озимої пшениці використовувати методику обліку синхронності стеблоутворення і визначення індексу продуктивності окремих генотипів;
- з метою створення посухостійких біотипів добір ліній селекційного розсадника проводити за водоутримною здатністю, з більшим формуванням біомаси в посушливих умовах та в порівнянні врожайності і фізичних якостей зерна за умов зрошення і без зрошення;
- у селекційних програмах орієнтуватись на модель універсального сорто типу озимої пшениці за довжиною стебла в межах 80–90 см при зрошенні і 91–100 см без зрошення, з формуванням 700–800 продуктивних стебел на 1 м<sup>2</sup> з високою синхронністю стеблоутворення.

2. Для стабільного виробництва високоврожайного зерна озимої м'якої пшениці в господарствах південного Степу України пропонується використовувати для різних агрофонів нові сорти універсального типу Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина і альтернативного типу Кларіса, Соломія для пізніх строків сівби за різними попередниками.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гамаюнова В. В., Корхова М. М., Панфілова А. В., Смірнова І. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування: монографія. Миколаїв, 2021. 300 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/10865>.
2. Корхова М. М., Нікончук Н. В., Панфілова А. В. Адаптивний потенціал нових сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 122. С. 48–55.
3. Самойлик М. О., Устинова Г. Л., Лозінський М. В., Корхова М. М., Уліч О. Л. Оцінка врожайних та адаптивних властивостей нових сортів пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2023. №2 (839). С. 34–42.
4. Державний Реєстр сортів рослин придатних до поширення в Україні на 27.03.2023. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reustr-sortiv-roslin>.
5. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Пічуря В. І., Домарацький О. О. Екологізація технології вирощування озимої пшениці в зоні південного Степу України: монографія. Херсон: ФОП Грінь Д. С., 2014. 175 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15160>.
6. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур : підручник. Біла Церква, 2016. 376 с.
7. Корхова М. М. Урожайність пшениці озимої (*T. aestivum*, *T. spelta*, *T. durum*) залежно від сортового складу. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво*: матеріали III міжн. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 4–6 листопада 2020 р.). Миколаїв, 2020. С. 41–42. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8214>.

8. Гамаюнова В., Хоненко Л., Корхова М., Смірнова І. Значення добору сортового складу в отриманні високої врожайності та якості зерна пшениці озимої за вирощування після соняшнику в умовах Південного Степу України. *Scientific bases of agriculture, development of ways of its effective development: collective monograph*. International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 2022. P. 144–161. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15215>.

9. Коваленко О. А., Корхова М. М. Потенціал урожайності перспективних сортів пшениці озимої м'якої в умовах сортопробування Північного Степу України. *Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні: тези доповідей першої міжн. наук.-практ. конф. (м. Київ, 11–12 липня 2012 р.)*. Київ, 2012. С. 223–224. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/306>.

10. Базалій В. В., Бойчук І. В., Ларченко О. В. Принципи адаптивної селекції сортів пшениці озимої м'якої. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 80. С. 25–32.

11. Панфілова А. В., Корхова М. М. Сортопробування пшениці м'якої озимої озимої в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. Вип. 21. С. 176–182. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.26>.

12. Литвиненко М. А. Створення сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.), адаптованих до змін клімату на Півдні України. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту Національного центру насіннезнавства та сортовивчення*. 2016. Вип. 27. С. 36–53. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1845/1/-Zbirnik-UNUS-80.Ch.1.pdf>.

13. Улич Л. І., Гринів С. М., Корхова М. М. Терещенко Ю. Ф. Еколого-адаптивний підхід до реалізації потенціалу продуктивності пшениці м'якої озимої. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Ч. 1 Агрономія. 2012. Вип. 80. С. 15–22. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1845/1/-Zbirnik-UNUS-80.Ch.1.pdf>.

14. Базалій В. В. Принципи адаптивної селекції озимої пшениці в зоні Південного Степу: монографія. Херсон: Айлант, 2004. 244 с.

15. Water supply of soft winter wheat under dependent of it sorts features and sowing terms and their influence on grain yields in the conditions of the Southern Step of Ukraine / М. М. Korchova et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8(2). P. 33–38. doi:10.15421/2018\_306.

16. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці : монографія. Херсон : Айлант, 2002. 276 с.

17. Лавриненко Ю. О. Базалій Г. Г., Усик Л. О., Жупина А. Ю. Адаптивна здатність сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 1. С. 97–102. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.16>.

18. Устинова Г. Л., Самойлик М. О., Лозінський М. В., Уліч О. Л., Уліч Л. І. Продуктивність і адаптивні властивості нових сортів пшениці. *Агроном*. 2023. URL: <https://www.agronom.com.ua/produktivnist-i-adaptyvni-vlastyvosti-novyh-sortiv-pshenytsi/>.

19. Донець М. М. Насінництво з основами селекції: навчальний посібник. Київ, 2007. 337 с.

20. Лифенко С., Наконечний М. Сорти м'якої пшениці для Степу. *Агрономія сьогодні*. 2021. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/ozymi-kultury/502-sorty-miakoi-pshenytsi-dlia-stepu.html>.

21. Спеціальна селекція польових культур: навчальний посібник / В. Д. Бугайов, С. П. Васильківський, В. А. Власенко та ін.; за ред. М. Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. 368 с.

22. Суворова К. Ю., Іодковський В. З., Усова З. В. Оцінка сортів пшениці озимої за екологічною пластичністю та стабільністю основних господарських ознак. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2021. № 1. С. 39–45.

23. Чугрій Г., Вінуков О., Бондарева О. Визначення найбільш адаптивних сортів пшениці озимої різних селекційних центрів в умовах Північного Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2020. № 24. С. 147–153.

24. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Козлова О. П. Селекційно-генетичні аспекти селекції озимої пшениці та їх вплив на агро-екологічну адаптивність. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 120–126. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.19>.



25. Лимар А. О., Лимар В. А., Коковіхін С. В. Домарацький Є. О. Агрокліматичні ресурси півдня України та раціональне їх використання: монографія. Херсон, 2015. 218 с.

26. Реалізація генетичного потенціалу продуктивності сортів пшениці м'якої озимої за різних умов вирощування / В. Базалій та ін. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронімія*. 2018. № 22 (1). С. 319–325. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau\\_act\\_2018\\_22%281%29\\_52](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2018_22%281%29_52).

27. Зацерковний В. І., Тішаєв І. В., Демидов В. К. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 236 с.

28. Капленко С., Пахович Н. Сім основних критеріїв підбору сортів озимої пшениці. *Пропозиція*. 2022. 15 серпня. URL: <https://propozitsiya.com/ua/sim-osnovnih-kriteriyiv-pidboru-sortiv-ozimoyi-pshenici>.

29. Створення сортів пшениці різного типу розвитку, адаптованих для різних умов вирощування / В. В. Базалій та ін. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2018. Т. 23. С. 14–18.

30. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Адаптивна селекція сільськогосподарських рослин : конспект лекцій для підготовки докторів філософії спеціальності 201 – Агронімія. Дніпро: ДУ ІЗК НААН, 2019. 100 с.

31. Піпан Х. М. Зародження селекції культури пшениці озимої до середини XIX ст. *Український селянин*. 2008. Вип. 11. С. 254–256. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/59225/84-Pipan.pdf?sequence=1>.

32. Наконечний М. Ю. Правильний вибір сорту пшениці м'якої озимої – запорука успіху. *AgroOne*. 2017. URL: <https://www.agroone.info/agronews/pravilnij-vibir-sortu-pshenici-mjakoiozimoj-zaropuka-uspihu-2/>.

33. Селекційна еволюція миронівських пшениць / В. А. Власенко та ін. Миронівка, 2012. 326 с.

34. Бакуменко О. М., Осьмачко О. М., Власенко В. А. Комбінаційна здатність сортів пшениці озимої Крижинка та Смуглянка: монографія. Суми: Мрія, 2019. 194 с.

35. Домарацький Є. О. Агроекологічне обґрунтування системного застосування багатофункціональних рiстрегулюючих препаратiв при вирощуваннi польових культур у Пiвденному Степу: дис. ... доктора сiльськогосподарських наук за спецiальнiстю 06.01.09 – рослинництво / Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний унiверситет». Херсон, 2019. 424 с.

36. Базалiй В. В., Домарацький В. О. Ларченко О. В. Сучасний сортовий склад пшеницi м'якої озимої та параметри його екологічної стійкостi за рiзних умов вирощування (огляд лiтератури). *Таврiйський науковий вiсник*. 2018. № 104. С. 9–15.

37. Орлюк А. П. Прогнозування продуктивностi сортiв пшеницi озимої iнтенсивного типу за морфологіологічними ознаками. *Науковi працi Пiвденного фiліалу Нацiонального унiверситету бiоресурсiв i природокористування*. 2009. Вип. 127. С. 314–319.

38. Базалiй В. В., Бойчук І. В., Козлова О. П. Проблеми формування i реалiзацiї генетичного потенцiалу врожайностi сортiв пшеницi озимої за рiзних умов вирощування. *Perfect Publishing Vancouver, Canada*, 2020. P. 355–362.

39. Улiч О. Л. Напiвкарликовi сорти пшеницi – бiологічна основа iнтенсивних технологiй. *Вiсник ДААУ*. 2001. № 1. С. 181–183.

40. Базалiй В. В., Бойчук І. В., Лавриненко Ю. О., Базалiй Г. Г. Створення сортiв пшеницi рiзного типу розвитку адаптивних для рiзних умов вирощування. *Фактори експериментальної еволюцiї органiзмiв*. 2018. Т. 23. С. 14–18.

41. Василькiвський С. П., Паустовський В. М., Худолiй О. Л. Проблема реалiзацiї потенцiалу продуктивностi сучасних сортiв озимої пшеницi. *Аграрнi вiстi*. 2002. № 2. С. 6–8.

42. Iдентифікація сортiв селекцiйного матерiалу пшеницi озимої за параметрами синхронного стеблоутворення та iндексу продуктивностi / В. В. Базалiй та iн. *Таврiйський науковий вiсник*. 2020. № 112. С. 16–24. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.2>.

43. Фанiн Я. С., Литвиненко М. А. Урожайнiсть та елементи продуктивностi рослин у сучасних вiтчизняних i закордонних сортiв озимої м'якої пшеницi. *Подiльський вiсник*. 2023. Вип. 1(38). С. 70–77. DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.10>.

44. Корхова М. М. Продуктивність сортів пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби та норм висіву в умовах Південного Степу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09 / Корхова Маргарита Михайлівна. Херсон, 2015. 204 с.

45. Власенко В. А. Створення вихідного матеріалу для адаптивної селекції і виведення високопродуктивних сортів пшениці в умовах Лісостепу України: дис. ... доктора с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція рослин» / Білоцерківський аграрний університет, Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла УААН. Біла Церква; Миронівка, 2008. 336 с.

46. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України: монографія. Херсон: Олді-плюс, 2011. 460 с.

47. Korkhova M., Kovalenko O., Khonenko L., Markova N. Productivity of soft winter wheat sort depending on terms length of sowing and weather in spring-summer period. *Agrobiology*. 2018. Vol. 1. P. 5–10.

48. Korkhova M. M., Smirnova I. V., Nikonchuk N. V., Makarchuk B. M. Productivity of the soft winter wheat cultivar 'Duma Odeska' depending on the characteristics of stubble tillage. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2023. Vol. 19(4), 247–253. DOI : <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.4.2023.291230>.

49. Borlaug N. E. Contribution of conventional plant breeding to food production. *Science*. 1983. Vol. 219. № 45(85). P. 689–693.

50. Стасик О. О., Кірізій Д. А. Прядкіна Г. О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Т. 53. № 2. С. 160–184.

51. Realization of the adaptive yield potential of the assortment of winter wheat in the Steppe zone under different growing conditions / V. Bazaliy et al. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2022. Vol. 26(4). P. 30–39. DOI [https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26\(4\)-3](https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26(4)-3).

52. Коваленко О. А. Стрес та адаптація рослин: курс лекцій для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання. Миколаїв, 2020. 72 с. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/8020/>.

53. Panfilova A. V., Korkhova M. M., Markova N. V. Influence of biologics on the productivity of winter wheat varieties under irrigation conditions. *Notulae Scientia Biologicae*. 2023. 15(2). P. 11352–11352.

54. Домарацький Є. О. Аналіз стійкості сортів пшениці озимої до основних захворювань за різних строків сівби і обробітку насіння біологічними протруйниками зерна. *Таврійський науковий вісник*. 2014. № 88. С. 73–79.

55. Коваленко О. А., Корхова М. М. Оцінка посухостійкості та добір сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.), придатних до поширення в умовах Миколаївської області. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 9(49). С. 62–73.

56. Водоутримуюча здатність та посухостійкість пшениці озимої залежно від сортового складу за незрошуваних умов зони Степу / Є. О. Домарацький та ін. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 146–153. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.22>.

57. Орлюк А. П., Корчинський А. А. Проблеми адаптивної селекції озимої пшениці. *Екологія і сільськогосподарське виробництво*. Київ, 1992. С. 96–105.

58. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Пічура В. І., Домарацький О. О. Екологізація технології вирощування озимої пшениці в зоні південного Степу України. Херсон: Гринь Д. С., 2014. 168 с.

59. Індексний підхід для добору посухостійких сортів пшениці в умовах нестійкого клімату / С. В. Пикало та ін. *Екологічні науки*. 2020. № 2(9). Т. 2. С. 157–164.

60. Korkhova M., Smirnova I., Panfilova A., Mykolaichuk V. Influence of varietal characteristics of winter wheat and weather conditions on lodging resistance and productivity. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26(12). P. 42–53. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor12.2023.42>.

61. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Базалій Г. Г., Домарацький О. О. Особливості продукційного процесу пшениці м'якої озимої за умов глобального потепління (прогноз вчених). *Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета: 4-й міжнар. екологічний форум*. Херсон. 2012. С. 544–547.

62. Корхова М. М. Оптимальні строки сівби пшениці озимої в умовах зміни клімату в Південному Степу України. *Вісник*

Уманського національного університету садівництва. 2014. Вип. 2. С. 59–62.

63. Кульбіда М. Глобальне потепління в природі може зумовити підвищення врожайності зернових. *Зерно і хліб*. 2006. № 3. С. 3–4.

64. Просунько В. М. Як впливатиме зміна клімату на рослинництво. *Селекція і насінництво*. 2006. Вип. 93. С. 3–9.

65. Колобакін В. Кліматичні зміни та їх наслідки. *Farmer*. 2008. № 2(11). С. 11–12.

66. Базалій В. В., Ларченко О. В., Базалій Г. Г. Оптимізація сортового складу озимої пшениці за параметрами екологічної стійкості в умовах Південного Степу України. *Селекція і насінництво*. Харків. 2008. Вип. 96. С. 361–369.

67. Базалій В. В., Бойчук І. В., Бабенко Д. В. Формування врожайності сортами пшениці м'якої різного типу розвитку в південному Степу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2016. Ч. 1. Вип. 89. С. 236–242.

68. Базалій В. В., Бойчук І. В., Тетерук О. В., Базалій Г. Г. Ефективність добору гібридних біотипів пшениці озимої за кількісними ознаками і проблеми їх ідентифікації. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 104. С. 3–9.

69. Литвитненко М. А. Основні віхи 100-річного періоду селекції пшениці м'якої озимої у відділі селекції та насінництва пшениці СГІ-НЦНС (огляд). *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2016. Вип. 27 (67). С. 9–22.

70. Базалій В. В., Бойчук І. В., Ларченко О. В. Еколого-генетичні основи адаптивної селекції зернових культур (огляд літературних джерел). *Таврійський науковий вісник*. № 79. С. 3–13.

71. Ткачук О. П., Шкатула Ю. М., Титаренко О. М. Сільськогосподарська екологія : навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2020. 542 с.

72. Білоусова З. Урожайність пшениці та погода. *Агробізнес сьогодні*. 2021. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/22657-urozhainist-pshenytsi-ta-pohoda.html>.

73. Назаренко М. М., Горщар В. І. Мінливість за врожайністю та якістю зерна колекції сортів пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 108–115.

74. Сидоренко А. В., Снігер В. П., Міненко О. В. Екологічний фактор і якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 2. С. 45–47.

75. Вплив екологічних чинників на формування якості зерна пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) сортів миронівської селекції / Б. В. Близнюк та ін. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 3. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2020.211528>.

76. Уліч Л. І. Вдосконалення дослідження сортів озимої пшениці. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. С. 83–90.

77. Вплив часу відновлення весняної вегетації і строків сівби на врожайність сортів пшениці озимої різного типу розвитку / В. В. Базалій та ін. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 68–73. DOI: [doi.org/10.32848/agra.innov.2022.11.9](https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.11.9).

78. Уліч О., Литвиненко М., Корхова М., Хахула В. Новий екстра сильний сорт пшениці м'якої озимої Мудрість одеська, адаптований до посушливих умов. *Вісник аграрної науки*. 2022. Т. 100. № 4. С. 48–56. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202204-06>.

79. Аріфов М. Б., Коваль Т. М., Лисенко С. П. Закономірність прояву гомеостатичності сортів озимої пшениці при різних строках сівби. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2002. Вип.18. С. 78–85.

80. Уліч О. Л., Терещенко Ю. Ф., Хахула В. С. Адаптивні сорти пшениці озимої для підзони переходу Лісостепу в Степ. *Агроном*. 2018. URL: <https://www.agronom.com.ua/adaptyvni-sorty-pshenytsi-ozymoii-dlya-pidzony-perehodu-lisostepu-v-step/>.

81. Аріфов М. Б., Коваль Т. М., Лифенко С. П. Закономірності прояву гомеостатичності сортів озимої пшениці при різних строках сівби. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2002. Вип. 18. С. 78–85.

82. Друз'як В. Г. Вплив строків сівби нових сортів озимої м'якої пшениці на урожайність зерна. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2002. Вип. 18. С. 123–127.

83. Фіщук О. С., Андреева В. В. Генетика і селекція рослин: курс лекцій. Луцьк, 2017. 174 с.

84. Філіпов Г. Л. Загальна та продуктивна кушцистість зернових колосових культур. *Агроном*. 2016. URL: <https://www.agronom.com.ua/zagalna-ta-produktyvna-kushhystist-z/>.

85. Маренюк О. Б. Генетична обумовленність кількісних ознак продуктивності та якості зерна сортів ячменю ярого. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 90. С. 69–77.

86. Моцний І. І., Чеботар Г. О., Чеботар С. В. Дискримінація за кількісними ознаками короткостеблових аналогів м'якої пшениці в залежності від ступеня відновлення генофону рекурентного сорту. *Вісник Одеського національного університету*. 2013. Т. 18. № 1 (30). С. 37–45. DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2013.1\(30\).43847](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2013.1(30).43847).

87. Трофименко О. Л., Гиль М. І., Сметана О. Ю. Генетика популяцій: підручник / за ред. професора М. І. Гиль; МНАУ. Миколаїв: Видавничий дім «Гельветика», 2018. 254 с.

88. Марцинюк І. М. Біометрична генетика: методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання. Миколаїв: МНАУ, 2020. 44 с.

89. Марцинюк І. М. Спеціальна генетика: методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання. Миколаїв: МНАУ, 2021. 64 с.

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

91. Баган А. В., Єщенко В. М. Вплив сорту на прояв кількісних ознак пшениці озимої. *Сучасний рух науки: X міжнар. наук.-практична інтернет-конф.* (м. Дніпро, 2–3 квітня 2020 р.). Дніпро, 2020. С. 77–80.

92. Гиль М. І., Крамаренко С. С., Сметана О. Ю. Генетика популяцій: методичні рекомендації з вивчення дисципліни та виконання лабораторно-практичних робіт студентами денної та заочної форм навчання спеціальності 204 – «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» ступеня вищої

освіти «Доктор філософії». Миколаїв: МНАУ, 2022. 100 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12113>.

93. Чернуський В. В. Методологічні підходи до створення системних автоматизованих комплексів збору та аналізу даних у процесі добору у зв'язку з селекцією сільськогосподарських культур. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 54–61.

94. Січняк О. Л. Генетика з основами селекції рослин: навч. посіб. Одеса: Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, 2022. 190 с.

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

96. Прогнозування ефективності добору в ячменю ярого за рівнем і співвідношенням коефіцієнтів успадкованості / Н. І. Васько та ін. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2018. Вип. 2. С. 43–53.

97. Успадкування маси зерна колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення / А. Ю. Жупина та ін. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 152–160.

98. Лагутенко О. Т., Чепурна Н. П. Генетика з основами селекції: Лабораторний практикум. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2017. 160 с.

99. Мутерко О. Ф., Балашова І. А., Файт В. І. Сиволап Ю. М. Молекулярно-генетичні організми регуляції типу розвитку пшениці. *Цитологія і генетика*. 2015. Т. 49. № 1. С. 71–86.

100. Базалій В. В. Обоснование еколого-генетических основ адаптивной селекции. *Таврійський науковий вісник*: 1998. №7. С. 40–47.

101. Базалій В. В., Бойчук І. В., Ларченко О. В. Принципи адаптивної селекції сортів пшениці озимої м'якої. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 80. С. 25–32.

102. Корхова М. М., Панфілова А. В. Вплив погодних умов на озерненість колоса та врожайність зерна сортів пшениці м'якої озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 38–46.



103. Особливості формування врожайності та прояв ознак продуктивності у сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу / В. В. Базалій та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 97. С. 3–12.

104. Ficher R. A., Manzer O. Crop temperature modification and yield potential in a dwarf spring wheat. *Crop. Sci.* 1976. Vol. 16. № 6. P. 855–870.

105. Wegrayn S., Pochaba L. Sposobu driclarin genom I odricdzieral nose rickturych cech pazericzy ozimes. *Hodowla zoslin ahlimatyzacja I nosienictwo*. 1981. № 3–4. P. 111–120.

106. Литвиненко М. А. Теоретичні основи та методи селекції озимої м'якої пшениці на підвищення адаптивного потенціалу для умов Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.05 – селекція і насінництво. Київ, 2001. 52 с.

107. Абдальфатах А. М. К. Модель сорту пшениці озимої для умов Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 2. С. 98–100.

108. Орлюк А. П., Гончар О. М., Усик Л. О. Генетичні маркери пшениці. Київ: Алефа. 2006. 144 с.

109. Базалій В. В., Базалій Г. Г. Характер успадкування і мінливість зимо- і морозостійкості у гібридів озимої пшениці. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2003. С. 117–121.

110. Базалій В. В., Ларченко О. В., Бойчук І. В. Умови формування і параметри сортотипу озимої пшениці універсального використання для умов Південного степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 42. С. 76–81.

111. Чайка В. Г., Маматов М. О. Організаційне та наукове забезпечення поліпшення стану насінництва в Україні. *Збірник наукових праць СГП*. 2005. Вип. 5(45). С. 225–231.

112. Дубинин Н. П. Синтетическая теория эволюции. *Экологическая генетика и эволюция*. Кишинев: Штиинца, 1987. С. 7–49.

113. Fisher R. A. The genetical theory of natural selection. Oxford: Clarendon, 1930. 286 p.

114. Вітенко Д. В., Шлапак В. П., Вітенко В. А., Баюра О. М. Екологічна пластичність *Maclura pomifera (rafin.) schneid* в умовах України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Т. 30. № 1. С. 74–78.

115. Зінченко О. С., Ведмедева К. В., Якубенко О. В. Пластичність, стабільність та мінливість сортів сої за господарсько-цінними ознаками у екологічному сортовипробуванні. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2018. № 25. С. 50–60.

116. Подгаєцький А. А., Мацкевич В. В., Подгаєцький А. Ан. Особливості мікроклонального розмноження видів рослин: монографія. Біла Церква: БНАУ, 2018. 209 с.

117. Базалій В. В., Базалій Г. Г., Ларченко О. В. Екологічна пластичність і стабільність урожайності сортів пшениці з різним типом розвитку. *Фактори експериментальної еволюції організмів*: збірник наукових праць. 2008. Т. 5. С. 14–18.

118. Lin C. S., Binns M. R., Lefkovitch L. A. Stability analysis where do we stand? *Crop Sci*. 1986. Vol. 26. № 5. P. 894–900.

119. Basfoed K. E., Cooper M. Genotype environment interactions and some considerations of their implication for wheat breeding in Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 1998. Vol. 49. № 1. P. 153–154.

120. Літун П. П. Генетика цілісності макросистем в теорії і практиці селекції. *Збірник тез міжнародного наукового симпозиуму*. Харків, 2004. С. 5–7.

121. Eberhart S. N., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci*. 1966. Vol. 6. № 1. P. 36–40.

122. Марухняк А. Я., Дацько А. О., Лісова Ю. А., Марухняк Г. І. Адаптивні особливості генотипів вівса за кількісними ознаками якості зерна. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 42–50.

123. Tai G. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. *Crop. Sci*. 1971. Vol. 11. Iss. 2. P. 184–190.

124. Rosieble A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yielding stress and non-stress environment. *Crop. Sci*. 1981. Vol. 21. Iss. 6. P. 943–946.

125. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А., Лисікова В. М. Адаптивна система селекції сортів пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 8. С. 30–41.

126. Хоменко О. С., Федоренко В. М. Трансгресивна мінливість ознак продуктивності гібридів другого покоління пшениці твердої ярої. *Селекція і насінництво*. 2015. № 107. С. 97–105.

127. Фізіологія рослин: досягнення та основні напрямки розвитку (за матеріалами V з'їзду Українського товариства фізіологів рослин). *Фізіологія рослин і генетика*. 2017. Т. 49. № 5. С. 452–459.

128. Мілютенко Г. Б., Довбиш М. Й., Клочко А. А., Лосікова В. М. Потенціал сортових ресурсів. Ефективне його використання – головна передумова стабільного виробництва зерна. *Насінництво*. 2011. № 2. С. 1–6.

129. Прояв адаптивних ознак у генотипів пшениці м'якої озимої за різних гідротермічних умов / Л. А. Коломієць та ін. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 6. С. 6–29.

130. Рябчун Н. І., Петренкова В. П., Ткачик С. О., Андрющенко А. В. До методу визначення морозостійкості сортів пшениці озимої (*T. aestivum* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорт рослин*. 2008. № 2. С. 30–33.

131. Федорова Н. А. Зимостійкість і врожайність озимої пшениці. Київ: Урожай, 1972. 259 с.

132. Майор П. С., Козіна Г. Я., Сливка Л. В. Вміст розчинних цукрів у рослинах озимої пшениці протягом осінньо-зимового періоду. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2010. Т. 42. № 2. С. 174–182.

133. Лифенко С. П., Наконечний М. Ю., Нарган Т. П. Особливості селекції сортів пшениці м'якої озимої степового еко типу у зв'язку зі змінами клімату в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 3(816). С. 53–62.

134. Генетика з основами селекції: лабораторний практикум / уклад. : О. Т. Лагутенко, Н. П. Чепурна. Київ: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2017. 160 с.

135. Методи оцінки морозостійкості селекційного матеріалу пшениці / С. В. Пикало. *Екологічні науки*. 2021. № 2(35). С. 82–89.

136. Корхова М. М. Перезимівля пшениці озимої. 2021. *Агробізнес сьогодні*. № 05(444). С. 24–25. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/9692>

137. Нестерець В., Солодушко М., Ярошенко С. Особливості перезимівлі та відновлення весняної вегетації озимої пшениці. *Агрономія сьогодні*. 2017. URL: <https://agro-business.com.ua/>

agro/ahronomiia-sohodni/item/8795-osoblyvosti-perezymivli-ta-vidnovlennia-vesnianoi-vehetatsii-ozymoi-pshenytsi.html.

138. Авраменко С., Попов С., Циганко В. Фактори зимостійкості озимих культур. *Пропозиція*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/faktori-zimostiystykyosti-ozymih-kultur>.

139. Корхова М. М. Причини зрідження посівів в зимовий період. *Пропозиція*. 2021. № (304)01. С. 32–34. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/9694>.

140. Басанець О. Перезимівля озимих: основні проблеми та заходи боротьби. URL: <https://superagronom.com/articles/21-perezimivlya-ozymih-osnovni-problemi-ta-zahodi-borotbi>.

141. Небезпечні для сільського господарства метеорологічні явища. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/rosl/wp-content/uploads/sites/20/ahrometeorolohija-sr-nebezpechnjavyshcha.pdf>.

142. Державний Реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/uploads/public/65d/469/605/65d469605e4c2485487948.xlsx>.

143. Корхова М. М. Прогноз перезимівлі пшениці озимої в різних регіонах України. *Агробізнес сьогодні*. 2021. № 05(444). С. 26–27.

144. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / Міністерство агрополітики України; Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2016. 82 с. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf>.

145. Умрихін Н., Мостіпан М., Гайденко О. Строки сівби озимих зернових. 2017. *Агробізнес сьогодні*. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/9013-stroky-sivby-ozymykh-zernovykh.html>.

146. Орлов О. Зміна термінів сівби озимої пшениці в умовах глобального потепління. *Агроном*. 2022. URL: <https://www.agronom.com.ua/zmina-terminiv-sivby-ozymoyi-pshenytsi-v-umovah-globalnogo-poteplinna/>.

147. Лихочвор В. Сівба в оптимальні строки: як не прогадати? *Агрономія сьогодні*. 2016. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/719-sivba-v-optymalni-stroky-ia-neh-prohadaty.html>.

148. Panfilova A., Korkhova M., Markova N. Optimization of elements of the technology of *Triticum aestivum* L. cultivation kolchuga variety in the conditions southern steppe of Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*. 2019. Vol. 8(2), 112–121.

149. Корхова М. М. Вплив тривалості зимового спокою та ЧВВВ на врожайність пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби в Південному Степу України. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2013. № 9. С. 353–359.

150. Умрихін М., Мостіпан М., Гайденко О. Строки сівби озимих зернових. *Агрономія сьогодні*. 2017. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/9013-stroky-sivby-ozymykh-zernovykh.html>.

151. Ходаніцький В., Ходаніцька О. Коли та як сіяти озимину? *Пропозиція*. 2018. № 10. URL: <https://propozitsiya.com/ua/koli-ta-yak-siyati-oziminu>.

152. Мединець В. Д. Погляд на витривалість озимих культур та їх сортів до зимових стресів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2006. № 1. С. 5–48.

153. Korkhova, M., Smirnova, I., Drobitko, A. Influence of irrigation and weather conditions on the duration of interphase periods of winter wheat varieties. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2022. Vol. 26(3), 55–65. DOI: [https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26\(3\)-5](https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26(3)-5).

154. Базалій В., Козлова О. Озима пшениця: сорти для пізньої сівби. *Агрономія сьогодні*. 2021. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/ozymi-kultury/633-ozyma-pshenytsia-sorty-dlia-piznoi>.

155. Лифенко С., Наконечний М., Нарган Т. Особливості селекції сортів пшениці м'якої озимої степового екотипу у зв'язку зі змінами клімату в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99. № 3. С. 53–62.

156. Базалій В. В. Теоретичне обґрунтування і практичне використання принципів адаптивної селекції озимої пшениці для умов південного Степу України: автореф. дис. ... доктора сільськогосподарських наук. 06.01.05 – селекція рослин. Дніпропетровськ, 2003. 28 с.

157. Пірич А. В., Юрченко Т. В., Гуменюк О. В. Яровизаційна потреба, фотоперіодична чутливість та врожайність сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 9. С. 59–62.

158. Стельмах А. Ф., Литвиненко М. А., Файт В. І. Яровизаційна потреба та фоточутливість сучасних генотипів озимої м'якої пшениці. *Збірник наукових праць СГІ*. 2004. Вип. 5(45). С.118–127.

159. Литвиненко М. А. Тривалість вегетаційного періоду в зв'язку з урожайністю й посухостійкістю сортів озимої пшениці на півдні України. *Збірник наукових праць СГІ*. 2004. Вип. 5(4). С. 91–104.

160. Фази розвитку зернових і процес формування врожаю. *Агроном*. 2019. URL: <https://www.agronom.com.ua/fazy-rozvytku-zernovyh-i-protses-formuvannya-vrozhayu/>.

161. Коваленко О. А. Рослинництво: курс лекцій. Миколаїв, 2014. 332 с.

162. Корхова М. М. Вплив строків сівби та тривалості зимового спокою на ріст, розвиток та урожайність рослин пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 110. Ч. 1. С. 95–102.

163. Нетіс І. Т. Характер осені і весни та посіви озимої пшениці. Херсон: Айлант, 2004. 98 с.

164. Корхова М. М. Строки сівби пшениці. *Агрономія сьогодні*. 2020. № 3(18). С. 13–17.

165. Корхова М. М. Урожайність сортів пшениці озимої залежно від погодних умов зимового періоду. *Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених*: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної online конференції молодих вчених. Херсон: ІЗЗ НААН, 2020. С. 109–110. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/8318/1/109-110.pdf>.

166. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Вплив змін клімату на агрокліматичні умови вегетаційного періоду основних сільськогосподарських культур. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. № 20. С. 61–69.

167. Luo Q., O'Leary G., Cleverly J., R., Eamus D. Effectiveness of time of sowing and cultivar choice for managing climate change:

wheat crop phenology and water use efficiency. *International journal of biometeorology*. 2018. Vol. 62. Is. 6. P. 1049–1061. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1508-4>.

168. Коваленко О. А., Корхова М. М. Строки сівби та норми висіву насіння, як фактори формування продуктивності різних сортів пшениці озимої на півдні України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. № 17(1). С. 156–159. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/2664>.

169. Уліч Л. І., Корхова М. М., Котиніна О. А. Урожайність нових сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від строків сівби. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2009. № 1. С. 91–95. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr\\_2009\\_1\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2009_1_18).

170. Ткачук В. П., Тимощук Т. М. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3(804). С. 38–44.

171. Вінюков О. О. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої різних селекційних центрів України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 147–151.

172. Жемела Г. П., Кузнецова О. А. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 23–25.

173. Базалій В. В. Морфологічні особливості формування продуктивності озимої пшениці в залежності від умов вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 1999. Вип. 11. Ч. 1. С. 3–33.

174. Мазур В. А., Гончарук І. В., Панцирева Г. В., Телекало Н. В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2020. 192 с.

175. Звягін А. Ф. Вплив тривалості вегетаційного періоду за датою колосіння на урожайність сортів озимої пшениці. *Селекція і насінництво*. 2011. № 100 (2011). С. 66–71.

176. Температурний режим осінньої вегетації пшениці озимої та її перезимівля в умовах карпатського регіону / Н. М. Рудавська

та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71(2). С. 171–187.

177. Лень О. І. Формування асимілюючої поверхні та її вплив на продуктивність ячменю ярого за різних технологій вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 119–121.

178. Стасик О. О., Кірізій Д. А., Прядкіна Г. О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Т. 53. № 2. С. 160–184.

179. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Фотосинтетична діяльність посівів пшениці озимої залежно від сорту та живлення в умовах Південного Степу України. *Наукові горизонти*. 2018. № 2(65). С. 3–10.

180. Пшениця озима: морфобіологічні особливості та технологія вирощування / М. Г. Письменний та ін. *Розвиток Придніпровського регіону: агроекологічний аспект*. С. 438–465. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/8092/>.

181. Шейко Д. В. Фотосинтетичний потенціал сортів пшениці озимої залежно від способів застосування біологічно активних препаратів в умовах західного Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. 115–119. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2023.19.18>.

182. Фізіологія рослин: підр. для вузів III–IV рівня акр. / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельников; за ред. М. М. Макрушина. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.

183. Корхова М. М., Коваленко О. А., Поліщук І. С. Вплив сорту, строку сівби та норми висіву насіння на формування площі листової поверхні рослин пшениці озимої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 1. С. 14–20.

184. Литвиненко М. А. Реалізація потенційної продуктивності нових сортів озимої пшениці в степовій зоні України. Реалізація потенційних можливостей сортів і гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України. *Збірник наукових праць СГІ*. Одеса, 1996. С. 6–13.

185. Озимі зернові культури / за ред. Л. О. Животкова, С. В. Бірюкова. Київ: Урожай, 1993. 288 с.



186. Уліч Л. І., Семеніхін О. В., Корхова М. М., Вивчення посухостійкості сортів озимої пшениці порівняльним експрес-методом *Агробіологія*. 2010. Вип. 2(69). С. 113–115.

187. Вожегова Р. А., Орлюк А. П., Писаренко З. В. Визначення посухостійкості сортів озимої пшениці на початкових етапах онтогенезу. *Таврійський науковий вісник*. 1998. Вип. 4. С. 23–26.

188. Уліч Л. І., Бочкарьова Л. П., Лисікова В. М., Семеніхін О. В. Посухостійкість сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.), придатних до поширення в Україні. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2008. № 1. С. 106–113.

189. Демидов О. А., Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Оцінка посухостійкості ліній пшениці ярої і умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2016. Вип. 110. С. 53–60.

190. Productivity of various barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars under semi-arid conditions in southern Russia / M. Zargar et al. *Agronomy Research*. 2018. Vol. 16(5). P. 2242–2253.

191. Український інститут експертизи сортів рослин: сайт. URL: <https://www.sops.gov.ua/>.

192. Каталог сортів зернових колосових культур, представлених на демонстраційному полігоні Миколаївського національного аграрного університету у 2022 році / Міністерство освіти і науки України; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв: МНАУ, 2022. 195 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/14393>

193. Бабаянц Л. Г., Литвиненко М. А. Стійкість озимої м'якої пшениці до бурої листової іржі. *Збірник наукових праць СГП: Реалізація потенційних можливостей сортів і гібридів СГП в умовах України*. Одеса, 1996. С. 133–144.

194. Марковська О. Є., Дудченко В. В., Гречишкіна Т. А., Стеценко І. І. Розвиток та поширення бурої листової іржі пшениці озимої залежно від метеоумов, сортового складу та методів захисту. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 109–117.

195. Базалій В. В., Бойчук І. В. Агроекологічна оцінка сортів пшениці м'якої озимої і використання їх як вихідного матеріалу в адаптивній селекції: монографія. Херсон: Грінь Д. С. 2016. 176 с.

196. Dyck P. L., Samborski D. J. The genetics of two alleles for leaf rust resistance at the Lr14 locus in Wheat. *Canad. J. Genet, Cytol (Ottawa)*. 1970. Vol. 2. P. 689–694.

197. Сторчоус І. Захист озимої пшениці від хвороб. *Агробізнес сьогодні*. 2013. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/312-zakhyst-ozymoi-pshenytsi-vid-khvorob.html>.

198. Моргун В. В., Топчій Т. В. Пошук нових джерел стійкості пшениці озимої до основних збудників грибних хвороб. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. Т. 48. № 5. С. 393–400.

199. Характеристика сортів пшениці за стійкістю проти збудників хвороб та шкідників / Г. М. Ковалишина та ін. *Агроном*. 2017. URL: <https://www.agronom.com.ua/harakterystyka-sortiv-pshenytsi-za-stijkistyuu-proty-zbudnykiv-hvorob-ta-shkidnykiv/>.

200. Базалій В. В. Характер прояву кількісних ознак озимої пшениці залежно від генотипу і умов вирощування. *Вісник Сумського державного аграрного університету. Агрономія і біологія*. 2001. Вип. 5. С. 96–99.

201. Базалій В. В. Теоретичне обґрунтування принципів адаптивної селекції озимої пшениці. *Адаптивная селекция растений. Теория и практика*. Харьков, 2002. С. 30–31.

202. Зубець М. В. Невідкладні завдання вчених-селекціонерів. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С. 5–8.

203. Duvick D. N. Genetic Diversity in Major Far Crops on the Farm and in Reserce. *Econ bot*. 1984. Vol. 38. №2. P.161–178.

204. Wegrayn S., Pochaba J. Snosoby drialania genom: odziiedrainose niehturychcech pazenicy ozimej. *Hodowla roslin aklimotyzacsa I nasiennictwa*. 1985. Vol. 25. № 3–4. P. 111–120.

205. Тищенко В. Н. Зв'язок агрономічних ознак з продуктивністю колоса озимої пшениці на ранніх етапах селекції. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту*. 2004. Вип. 6(46). С. 121–123.

206. Литвиненко М. А., Лифенко С. П., Єриняк М. І. Сорти озимої м'якої пшениці степового екотипу краще переносять екстремальні погодні умови. *Насінництво*. 2013. № 9. С. 14–18.

207. Korkhova M., Drobitko A., Panfilova A., Smirnova I. The Role of Winter Wheat Plant Height in the Formation of Grain Yield Depending on Varietal Characteristics and Weather Conditions. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25(11), P. 41–50.

208. Литвиненко М. А. Основні віхи науково-дослідної роботи в історії відділу селекції та насінництва пшениці. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту національного центру насінництва та сортовивчення*. 2002. № 3(48). С. 9–21.

209. Ehdail B., Waines J. G. Genetic variation heritability and path-analysis in Landraces of bread wheat from jouthwestern ran. *Euphytica*. 1989. № 3. P. 183–190.

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

211. Озимі зернові культури / за ред. Л. О. Животкова, С. В. Бірюкова. Київ: Урожай, 1993. 288 с.

212. Jungu D. M., Kaetsikes P. S., Lather E. V. Intra and intergeneration relationships among yield its components and of ter related characteristics in spring wheat. *Euphytica*. 45. № 2. 1990. P. 139–153.

213. Лифенко С. П., Литвиненко М. А. Досягнення в селекції пшениці озимої м'якої. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С. 15–16.

214. Bingham J. Investigations on the physiology of yield in winter wheat, by comparisons of varieties in grain number per. eat. *J. Agric. Sci Camb*. 1967. Vol. 69. P. 411–422.

*Наукове видання*

**Базалій** Валерій Васильович  
**Домарацький** Євгеній Олександрович  
**Базалій** Галина Григорівна  
**Корхова** Маргарита Михайлівна  
**Ларченко** Оксана Валеріївна  
**Кириченко** Наталя Валеріївна  
**Панфілова** Антоніна Вікторівна

# **НАУКОВІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА АГРОЕКОЛОГІЧНУ АДАПТИВНІСТЬ**

*Монографія*

*Технічний редактор: М. М. Корхова*

---

*Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Ум. друк. арк. 14,2. Тираж 300 пр. Зам. № 7149-75.*

**ВИДАВЕЦЬ І ВИГОТОВЛЮВАЧ**  
Видавничий відділ Миколаївського національного аграрного університету.  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.