

УДК 633.11:631:527

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.148.1.8>

УСПАДКУВАННЯ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК І ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОБОРУ ЦІННИХ МОРФОБІОТИПІВ У ГІБРИДІВ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМБІНАЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Базалій В.В. – д.сільськогосподарських наук,
професор кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-0581-7242

Ларченко О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри менеджменту, маркетингу
та інформаційних технологій,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0001-7857-0802

У сучасній генетиці та селекції рослин особлива увага приділяється вивченню природи мінливості кількісних ознак, оскільки саме вони визначають адаптивний потенціал та продуктивність нових сортів і гібридів. Серед розмаїття статистичних інструментів, що дозволяють детермінувати внесок спадковості у формування фенотипу, центральне місце посідають показники успадкованості в широкому (H^2) та вузькому (h^2) розумінні. Дані параметри є ключовими для розуміння частки генотипової дисперсії в загальній фенотиповій мінливості популяції.

Згідно з результатами проведених досліджень, було встановлено, що за всіма аналізованими кількісними ознаками спостерігається суттєвий градієнт між значеннями H^2 та h^2 . Коефіцієнт успадкованості в широкому розумінні (H^2) відображає сукупний внесок усіх генетичних чинників, включаючи адитивні, домінантні та епістатичні взаємодії генів. Високі значення цього показника, зафіксовані протягом різних років випробувань, свідчать про те, що фенотипова варіабельність досліджуваних зразків значною мірою зумовлена саме спадковими факторами, а не випадковими модифікаційними впливами зовнішнього середовища. Це підтверджує високу генетичну детермінацію ознак, що є важливою передумовою для успішної селекційної роботи.

Однак критично важливим для прогнозування ефективності добору є коефіцієнт успадкованості у вузькому розумінні (h^2), який базується виключно на адитивній частині генетичної дисперсії. У ході аналізу було виявлено, що показник h^2 суттєво поступається за рівнем H^2 . Така значна різниця між двома параметрами вказує на домінуючу роль неадитивних ефектів (переважно домінування та над домінування) у контролі досліджуваних властивостей.

З практичного погляду це означає, що безпосередній добір на збільшення параметрів ознак у ранніх гібридних поколіннях (F_1 - F_2) не завжди забезпечуватиме бажаний результат. Оскільки значна частина фенотипової переваги зумовлена гетерозисним ефектом або домінантними взаємодіями, у наступних поколіннях відбуватиметься розщеплення, що призведе до втрати цінних якостей у нащадків.

У зв'язку з викладеним, стратегія селекційного поліпшення озимої пшениці за кількісними ознаками повинна базуватися на відтермінуванні інтенсивного добору. Найбільш раціональним є проведення селекції у більш пізніх поколіннях (F_3 - F_4), де за рахунок природного зростання гомозиготності формується значно більша кількість константних морфобіотипів. Саме на цьому етапі адитивна частка спадковості стає визначальною, що дозволяє виділяти лінії зі стабільно високим проявом господарсько-цінних ознак, які будуть надійно передаватися у спадок.

Таким чином, комплексний аналіз H^2 та h^2 дозволяє не лише оцінити генетичний потенціал вихідного матеріалу, а й оптимізувати схему селекційного процесу, уникаючи



передчасного відбору нестабільних генотипів та підвищуючи ймовірність створення високопродуктивних сортів із прогнозованими властивостями.

Ключові слова: озима пшениця, гібрид, комбінаційна здатність, адитивна дисперсія, генотипова мінливість, успадковуваність у широкому і вузькому розумінні.

Bazaliy V.V., Larchenko O.V. Inheritance of quantitative traits and selection efficiency of valuable morphobiotypes in hybrids depending on the combining ability of winter wheat varieties.

In modern genetics and plant breeding, particular focus is placed on studying the nature of quantitative trait variability, as these traits determine the adaptive potential and productivity of new varieties and hybrids. Among the diverse statistical tools used to determine the hereditary contribution to phenotype formation, heritability coefficients in the broad (H^2) and narrow (h^2) sense occupy a central role. These parameters are essential for understanding the proportion of genotypic variance within the total phenotypic variability of a population.

According to the research results, a significant gradient between H^2 and h^2 values was established across all analyzed quantitative traits. The broad-sense heritability coefficient (H^2) reflects the aggregate contribution of all genetic factors, including additive, dominant, and epistatic gene interactions. The high values of this indicator, recorded across various years of testing, indicate that the phenotypic variability of the studied samples is largely determined by hereditary factors rather than random environmental modifications. This confirms a high genetic determination of traits, which is a vital prerequisite for successful breeding programs.

However, the narrow-sense heritability coefficient (h^2), based exclusively on the additive component of genetic variance, is critically important for predicting selection efficiency. The analysis revealed that h^2 is significantly lower than H^2 . This substantial divergence between the two parameters indicates a dominant role of non-additive effects (primarily dominance and over dominance) in the genetic control of the studied properties.

From a practical standpoint, this implies that direct selection for increased trait parameters in early hybrid generations (F_1 - F_2) may not always yield the desired results. Since a significant portion of the phenotypic advantage is driven by heterotic effects or dominant interactions, segregation in subsequent generations will lead to the loss of valuable qualities in the progeny.

Consequently, the strategy for the breeding improvement of winter wheat regarding quantitative traits should be based on delaying intensive selection. It is most rational to conduct selection in later generations (F_3 - F_4), where the formation of a significantly higher number of constant morphobiotypes occurs due to the natural increase in homozygosity. At this stage, the additive portion of heredity becomes decisive, allowing for the identification of lines with a stable expression of economically valuable traits that will be reliably inherited.

Thus, a comprehensive analysis of H^2 and h^2 allows not only for an evaluation of the genetic potential of the parent material but also for the optimization of the breeding process, avoiding the premature selection of unstable genotypes and increasing the likelihood of developing high-yielding varieties with predictable properties.

Key words: winter wheat, hybrid, combining ability, additive variance, genotypic variability, broad-sense and narrow-sense heritability.

Постановка проблеми. Сучасний стан аграрного виробництва в Україні характеризується активним впровадженням широкого спектра сортів озимої м'якої пшениці, адаптованих до різних природно-кліматичних зон. Попри наявності комплексу цінних господарських і біологічних характеристик, більшість існуючих сортів мають певні лімітуючі чинники, що обмежують повну реалізацію потенціалу врожайності. У зв'язку з цим, створення інноваційного селекційного матеріалу потребує глибокого вивчення закономірностей формування кількісних ознак залежно від генотипу в системі гібридизації та його пластичності до умов вирощування.

Реалізація спадкового потенціалу рослин відбувається у безперервному діалектичному зв'язку організму з екзогенними факторами. З біологічної точки зору це підтверджує неможливість автономного функціонування генотипу поза межами зовнішнього середовища, оскільки онтогенез є результатом їхньої постійної інтеракції [1].

Ефективність селекційного добору за фенотиповими показниками безпосередньо залежить від ступеня відтворення обраних морфобіотипів у наступних поколіннях. Фундаментальною умовою результативності цього процесу є переважання частки генотипової варіанси над фенотиповою [2]. Основним критерієм, що відображає співвідношення між цими компонентами мінливості, виступають коефіцієнти успадкованості в широкому (H^2) та вузькому (h^2) розумінні. Вони дають змогу оцінити доцільність виділення цінних генотипів у випадках, коли спадкова варіабельність домінує над неспадковою.

Зокрема, показник успадкованості в широкому розумінні (H^2) демонструє рівень автономності фенотипового вияву ознаки від мінливості факторів довкілля. Водночас коефіцієнт у вузькому розумінні (h^2) слугує індикатором генетичної гетерогенності популяцій та відображає адитивний внесок генів [3].

Численні дослідження підтверджують, що ідентифікація високопродуктивних генотипів повинна базуватися на комплексному аналізі генетичної природи кількісних ознак та інтенсивності впливу модифікаційної мінливості. Саме тому в ієрархії статистичних параметрів генетики кількісних ознак особливе місце належить коефіцієнтам H^2 та h^2 , які детермінують питому вагу генотипової компоненти в загальній структурі фенотипової дисперсії ознаки [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасній науковій літературі дискусійним залишається питання прогностичної значущості показників успадкованості для оцінки ефективності селекційного добору. Значна кількість дослідників [1,5,6] обґрунтовує тезу, що ці параметри є фундаментальними для оптимізації та підвищення результативності селекційного процесу.

На наше переконання [1], коефіцієнти успадкованості в широкому (H^2) та вузькому (h^2) розумінні є ключовими детермінантами генетичної структури кількісних ознак. Попри суттєву варіабельність цих показників, ієрархічний аналіз дозволяє класифікувати ознаки за рівнями успадкованості на високу, середню та низьку категорії. До групи ознак із високим ступенем генетичної детермінації слід віднести архітектоніку рослин (зокрема їх висоту), тривалість етапів органогенезу (вегетаційний період), а також імунологічну стійкість до патогенів, таких як бура іржа та борошніста роса (H^2 у цих випадках сягає 80-90%).

Щодо структурних елементів продуктивності, то високою спадковою зумовленістю характеризується щільність колоса (середні значення H^2 становлять 76,8-77,6%). Озерненість колоса та маса зерна з однієї рослини демонструють середній рівень успадкованості – близько 50%. Натомість мінімальний рівень успадкованості притаманний продуктивній кущистості озимої пшениці (H^2 у межах 17,4-19,6%), що вказує на значний вплив паратипових чинників на формування цієї ознаки.

Якісні показники зернової продукції також диференціюються за коефіцієнтами успадкованості. Найвищі значення зафіксовані для показників сили борошна ($H^2 = 67,7-72,7\%$). Вміст сирого білка та клейковини у певних гібридних комбінаціях може сягати 60%, проте середній показник по всій сукупності досліджуваного матеріалу зазвичай не перевищує 50%.

Узагальнена характеристика параметрів успадкованості свідчить про наявність чіткої рангової структури кількісних і якісних ознак озимої пшениці, хоча їхні абсолютні значення можуть варіювати залежно від специфіки конкретної гібридної популяції.

Більшість фахівців у галузі генетики надають перевагу коефіцієнту успадкованості у вузькому розумінні (h^2), розрахованому через кореляційний зв'язок

у системі «батьківські форми – нащадки». Висока кореляція однойменних ознак у цій системі є прямим індикатором можливості проведення результативного добору перспективних генотипів на основі фенотипового оцінювання батьківських компонентів [7].

Постановка завдання. Програма досліджень передбачала детермінацію рівнів загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) колекційних сортів озимої пшениці за комплексом господарсько-цінних ознак, а також аналіз закономірностей їх успадкування у гібридних популяціях.

Об'єктом досліджень слугував сортовий матеріал різного еколого-генетичного походження, зокрема: Херсонська безоста, Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина, Вікторія одеська, Знахідка одеська, Кларіса та сербський генотип NS 471. Такий підбір вихідних форм дозволив забезпечити широку генетичну базу для оцінки комбінаційної цінності та пластичності ознак.

Генетико-статистичну обробку експериментальних даних та аналіз компонентів дисперсії здійснювали за схемою аналізу в системі топкросних схрещувань за П. П. Літуном і М. В. Проскурніним [8].

Закладку польових дослідів, проведення фенологічних спостережень, біометричних обліків та оцінку структури врожаю виконували відповідно до чинних методичних рекомендацій Державної служби з охорони прав на сорти рослин [9].

Виклад основного матеріалу дослідження. Ефективність селекційного процесу та ймовірність отримання цінного рекомбінантного матеріалу суттєво зростають при залученні до гібридизації батьківських форм із високим генетичним потенціалом. Оцінка загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) дозволяє ідентифікувати особливості генетичного контролю кількісних ознак та прогнозувати успішність створення адаптивних сортів озимої пшениці, стійких до абіотичних стресів [10].

У нашому дослідженні рівень ЗКЗ визначали як середнє відхилення параметрів ознак гібридних комбінацій за участю конкретного сорту від загального середнього показника всієї системи схрещувань у поколіннях F_1 та F_2 .

Серед досліджуваних гібридів F_1 сорт Асканійська продемонстрував високу достовірну оцінку ефектів генів за масою 1000 зерен. Водночас за висотою рослин результати були недостовірними, а за кількістю зерен у колосі фіксувався помірний позитивний ефект.

Генотипи Перлина та Кларіса характеризувалися високою достовірною ЗКЗ за висотою рослин та масою 1000 зерен. За масою зерна з колоса ці сорти мали середні показники, тоді як за довжиною колоса та кількістю зерен у ньому ефекти ЗКЗ були низькими або статистично недостовірними.

Найвищий селекційний потенціал виявив сорт Асканійська Берегиня, який домінував за ефектами ЗКЗ за всіма структурними компонентами продуктивності та висотою рослин. Сорти Вікторія одеська та Знахідка одеська продемонстрували подібну тенденцію: високу ЗКЗ за масою 1000 зерен і висотою рослин при низьких значеннях за кількістю зерен у колосі. Натомість сорт NS 471 за більшістю параметрів мав низькі оцінки комбінаційної цінності.

Дослідження гібридів F_2 підтвердили закономірності, виявлені у першому поколінні. Зокрема, у сортів Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина та Знахідка одеська вектори ефектів ЗКЗ за більшістю ознак залишилися стабільними.

Сорти Асканійська Берегиня та Перлина в F_2 зберегли високий рівень ЗКЗ за масою 1000 зерен, причому достовірність цих ефектів зроста порівняно з F_1 . У генотипів Вікторія одеська, Знахідка одеська та Кларіса також спостерігалася

посилення позитивного ефекту за масою 1000 зерен, тоді як інші показники залишилися на середньому рівні. Сорт NS 471 підтвердив свою низьку комбінаційну цінність і у другому поколінні.

Таким чином, у поколінні F_2 здебільшого дублюються генетичні закономірності ефектів ЗКЗ, встановлені для гібридів F_1 .

Еталонним генотипом за комплексом ознак продуктивності та архітектури рослин визначено сорт Асканійська Берегиня, що свідчить про концентрацію в його генотипі найбільшої кількості позитивно діючих адитивних генів. Дещо нижчі, але стабільно високі показники виявлено у сорту Асканійська.

Перспективна група: Сорти Знахідка одеська, Вікторія одеська та Кларіса, попри середні загальні оцінки, мають специфічні блоки генів, що позитивно впливають на окремі ознаки, і можуть бути ефективно використані у цільових програмах схрещувань.

Глибоке вивчення генетичних компонентів дисперсії (табл. 1) дозволяє диференціювати вплив генотипу та середовища на формування врожайності, що є критично важливим для створення інноваційного селекційного матеріалу.

Таблиця 1

**Компоненти генетичної дисперсії кількісних ознак
у F_2 гібридів озимої пшениці**

Компоненти	Рік	Висота рослин	Продуктивна куцистість	Кількість		Маса	
				колосків у колосі	зерен у колосі	колосків у колосі	зерен у колосі
D	2023	140,08	0,82	4,74	7,90	1,72	8,92
	2024	84,20	0,15	3,09	7,60	0,86	5,44
	2025	80,11	1,14	4,03	6,71	1,12	5,88
F	2023	22,14	0,88	5,04	8,98	1,89	11,20
	2024	29,18	0,29	3,80	8,44	1,44	8,20
	2025	18,16	0,69	4,10	7,84	0,90	6,02
H_1	2023	126,40	2,19	6,06	10,62	2,44	16,21
	2024	58,10	1,70	5,81	9,68	1,68	12,62
	2025	62,11	2,05	5,10	8,44	1,96	13,21
H_2	2023	120,08	1,68	5,70	11,86	3,61	17,82
	2024	49,9	2,24	5,96	9,80	1,98	10,44
	2025	61,05	2,89	6,01	9,64	2,64	14,28
H_1/D	2023	0,90	2,67	1,27	1,34	1,82	1,92
	2024	0,69	1,34	1,89	1,26	1,95	2,32
	2025	0,78	1,80	1,26	1,28	1,75	2,25

Детальний аналіз генетичної структури популяції дозволив встановити співвідношення між основними компонентами варіанси. Зокрема, було виявлено, що показники домінантних ефектів генів (H_1 та H_2) за більшістю ознак перевищують значення компоненти адитивних ефектів (D). Така закономірність свідчить про домінуючу роль неадитивної генетичної дії у формуванні аналізованих ознак у батьківських морфобіотипів.

Цей висновок підтверджується також аналізом компоненти F, яка відображає спрямованість домінування та частоту розподілу домінантних і рецесивних алелей у вихідних формах. Оскільки для всіх досліджуваних параметрів значення

$F > 0$, можна констатувати кількісну перевагу домінантних алелей у батьківських генотипах або, що більш імовірно, вищу результативність їхніх ефектів порівняно з рецесивними. Винятком є показник висоти рослин у поколінні F_2 , де відношення (H_1/D) виявилось меншим за одиницю, що вказує на прояв часткового домінування за цією ознакою (табл.1).

Визначення коефіцієнтів успадкованості (H^2 та h^2) для ключових кількісних ознак у гібридів F_2 озимої пшениці має фундаментальне значення для селекційної практики. Отримані дані (табл. 2) дозволяють здійснювати стратегічно виважений та цілеспрямований добір господарсько-цінних морфобіотипів, мінімізуючи вплив паратипової мінливості та підвищуючи ймовірність закріплення бажаних ознак у наступних поколіннях.

Таблиця 2

Характер успадкування кількісних ознак у гібридів F_2 озимої пшениці

Коефіцієнт успадкування	Рік	Висота рослин	Продуктивна кущистість	Кількість		Маса	
				колосків у колосі	зерен у колосі	колосків у колосі	зерен у колосі
H^2	2023	0,86	0,68	0,88	0,82	0,80	0,81
	2024	0,76	0,68	0,86	0,72	0,79	0,64
	2025	0,86	0,59	0,88	0,79	0,72	0,75
h^2	2023	0,46	0,34	0,54	0,34	0,44	0,38
	2024	0,28	0,29	0,59	0,23	0,36	0,48
	2025	0,42	0,26	0,38	0,32	0,48	0,40

Значна дивергенція між коефіцієнтами успадкованості H^2 та h^2 за всіма ознаками свідчить про домінуючу роль неадитивних ефектів генів (домінування та епістазу) у генотиповій мінливості озимої пшениці.

З практичного погляду це зумовлює низьку ефективність раннього добору за ознаками з домінантним типом успадкування, оскільки такі ефекти не закріплюються у нащадків через розщеплення. Відтак, селекційний відбір доцільно зміщувати на пізніші покоління, де відбувається стабілізація геномів і формування константних ліній.

Високі та стабільні значення H^2 протягом років досліджень підтверджують, що фенотипова варіабельність зумовлена переважно генетичною диференціацією, а не впливом середовища. Водночас суттєве переважає H^2 над h^2 підкреслює складну архітектоніку генетичного контролю, яку необхідно враховувати при моделюванні нових сортів.

Висновки. 1. Встановлено особливості прояву компонентів генетичної дисперсії (сумарний адитивний ефект генів D , домінантний ефект H_1 , H_2 і середній ступінь домінування H_1/D у гібридів F_2 озимої пшениці.

2. Доведено, що всі структурні ознаки продуктивності детермінуються домінантними генами. Це передбачає значний обсяг гібридного матеріалу для добору необхідних морфобіотипів гібридної популяції F_2 , тому добір за більшістю ознак необхідно проводити в більш пізніх поколіннях (F_3 - F_4).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Базалій В. В., Бойчук І. В. Агроєкологічна оцінка сортів пшениці м'якої озимої і використання їх як вихідного матеріалу в адаптивній селекції: монографія. Херсон: Грін Д. С., 2016. 176 с.

2. 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.
3. Січняк О. Л. Генетика з основами селекції рослин: навч. посіб. Одеса: Одеський НАУ ім. І. І. Мечникова, 2022. 190 с.
4. Мазур О. В., Лозинський М. В. Селекція та насінництво польових культур: навч. посіб. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2020. 348 с.
5. Бачан 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*. 2010. № 4. С. 33-35.
6. Васько Н. І. та ін. Прогнозування ефективності добору в ячменю ярого за рівнем і співвідношенням коефіцієнтів успадкованості. *Вісник Харківського НАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво»*. 2018. Вип. 2. С. 43–53.
7. Жупина А. І. та ін. Успадкування маси зерна колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. № 4. С. 152–160.
8. Литун П. П., Проскурнин Н. В. Генетика количественных признаков. Генетические скрещивания и генетический анализ. Харьков: ХГАУ им. В. В. Докучаева, 1992. 245 с.
9. Охорона прав на сорти рослин. Офіційний бюлетень / Державна комісія по сортовипробуванню та охороні сортів рослин. Київ: Алефа, 2003. Вип. 2-3. С. 5-6, 191-193.
10. Базалій В. В., Домарацький Є. О. та ін. Наукові основи селекції озимої пшениці на агроекологічну адаптивність: монографія. Миколаїв: МНАУ, 2024. 244 с.

Дата першого надходження статті до видання: 07.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026