

УДК 633.16«324»:631.559:575.1:575.222.7(292.485:477)

<https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273986>

# Комбінаційна здатність та успадкування пов'язаних з урожайністю ознак в $F_1$ ячменю озимого в умовах Лісостепу України

А. А. Лисенко, В. М. Гудзенко\*

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, вул. Центральна, 68, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., 08853, Україна, \*e-mail: barley22@ukr.net

**Мета.** Визначити особливості прояву комбінаційної здатності та характеру успадкування пов'язаних з урожайністю ознак ячменю озимого й виділити генетичні джерела та перспективні гібридні комбінації для подальшої селекційної роботи в умовах Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили у 2018/19 і 2021/22 рр. у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН. Відповідно до загальноприйнятих методик у топкросних гібридів ячменю озимого визначали ступінь фенотипового домінування, істинний гетерозис та ефекти загальної комбінаційної здатності за основними елементами структури врожайності. **Результати.** Установлено варіабельність рівня прояву досліджених ознак батьківських компонентів і гібридів у різні роки. За показником ступеня фенотипового домінування виявлено мінливість характеру успадкування залежно від ознак, гібридних комбінацій та умов вирощування. Виділено гібридні комбінації з позитивним наддомінуванням і домінуванням за окремими елементами структури врожайності, зокрема продуктивністю рослини: 'Scarpia' / 'МІП Дарій', 'Scarpia' / 'МІП Корсар', 'Абориген' / 'МІП Корсар', 'Titus' / 'МІП Статус', 'МІП Янус' / 'МІП Статус', 'Titus' / 'Паладін Миронівський', 'Maubrit' / 'Паладін Миронівський', 'МІП Янус' / 'Паладін Миронівський'. Виокремлено сорти з підвищеними ефектами загальної комбінаційної здатності, пов'язаних з урожайністю ознак за різних умов вирощування: продуктивна кущистість – 'Scarpia', 'МІП Дарій'; кількість зерен у колосі – 'МІП Янус', 'МІП Гладіатор', 'МІП Статус'; маса 1000 зерен – 'Titus', 'МІП Корсар', 'МІП Статус'; маса зерен із рослини – 'МІП Янус', 'МІП Статус', 'МІП Дарій'. **Висновки.** Виділені гібридні комбінації з позитивним наддомінуванням та домінуванням становлять практичну цінність для подальшої селекції на збільшення продуктивності рослини загалом і окремих елементів її структури. Сорти з підвищеними ефектами загальної комбінаційної здатності є цінними генетичними джерелами для залучення у схрещування з метою поліпшення відповідних ознак.

**Ключові слова:** *Hordeum vulgare* L.; загальна комбінаційна здатність; елементи структури врожайності; ступінь фенотипового домінування.

## Вступ

Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) – одна з найпоширеніших сільськогосподарських культур у світовому землеробстві, до глобальних виробників та експортерів зерна якої належить й Україна. Хоч останніми роками загальна посівна площа ячменю у нашій державі значно зменшилася, показник валових зборів цієї культури в довоєнний період майже не змінювався завдяки поступовому зростанню врожайності [1]. Водночас відбулося скорочення весняних і розширення осінніх посівів, що пов'язано з біологічними перевагами ячменю озимого, наслідками зміни клімату, структури посівних площ і технологій вирощування [2–4]. Погодні коливання та розширення географії вирощування потребують створення сучасних сортів із поєднанням комплексу господарських та адаптивних ознак, ключовою з яких є врожай-

ність [5–8]. Тому дослідження щодо підвищення потенціалу врожайності завдяки поліпшенню її окремих структурних елементів є надзвичайно актуальними [9–12]. Залучення до схрещування батьківських компонентів із підвищеною комбінаційною здатністю та можливість ідентифікації перспективних гібридних комбінацій сприяють зменшенню нагромаджень неперспективного матеріалу та збільшують ефективність селекційного процесу загалом. Задля цього застосовують системні схрещування (діалельні, топкроси, полікроси тощо). Дослідження діалельних і топкросних гібридів ячменю ярого проводять у різних агрокліматичних умовах України – східній [13–15] та центральній [16, 17] частинах Лісостепу, на Поділлі [18] й у Степовій зоні [19]. Варто констатувати відсутність у нашій державі актуальних публікацій, присвячених висвітленню результатів селекційно-генетичних досліджень за особливостями успадкування структурних елементів продуктивності в гібридів ячменю озимого. Винятком є дослідження, проведені в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла [20, 21]. Однак слід зазначити

Anna Lysenko

<https://orcid.org/0000-0002-2575-5720>

Volodymyr Hudzenko

<https://orcid.org/0000-0002-9738-1203>

значно меншу кількість таких досліджень з ячменем озимим, порівнюючи з ярим, у світовому масштабі. Це вказує на теоретичну та практичну цінність встановлення успадкування ознак, пов'язаних з урожайністю в  $F_1$  ячменю озимого в процесі схрещування сучасних сортів різного походження, зокрема за погодних флуктуацій різних років в умовах Лісостепової зони України.

**Мета досліджень** – визначити особливості прояву комбінаційної здатності та характеру успадкування за пов'язаними з врожайністю ознаками у топкросних гібридів ячменю озимого; виділити генетичні джерела й перспективні гібридні комбінації для подальшої селекційної роботи в умовах Лісостепу України.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили у 2018/19 і 2021/22 рр. вегетаційних роках (далі – ро-

ках) у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП). У 2018 і 2021 рр. для створення експериментальних гібридів здійснили схрещування за неповною топкросною схемою (табл. 1). Материнськими компонентами обрали виділені з колекційного матеріалу за комплексом цінних ознак сорти ячменю озимого західноєвропейської ('Scarpia', 'Titus', 'Maybrit') та вітчизняної ('Абориген', 'Айвенго') селекції (Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насінництва і сортовивчення Національної академії аграрних наук України), а також створений у МІП факультативний сорт 'МІП Янус'. Чоловічими компонентами (тестерами) стали шість сортів селекції МІП – 'МІП Ясон', 'МІП Статус', 'МІП Дарій', 'МІП Гладіатор', 'МІП Корсар' і 'Паладін Миронівський'.

Таблиця 1

Неповна топкросна схема схрещувань ячменю озимого

Материнський компонент схрещування	Чоловічий компонент схрещування (тестер)					
	'МІП Ясон'	'МІП Статус'	'МІП Дарій'	'МІП Гладіатор'	'МІП Корсар'	'Паладін Миронівський'
'Scarpia'	+		+		+	
'Titus'		+		+		+
'Абориген'	+		+		+	
'Maybrit'		+		+		+
'Айвенго'	+		+		+	
'МІП Янус'		+		+		+

Насіння батьківських компонентів та отриманих гібридів висівали вручну в польових умовах у першій п'ятиденці жовтня. Повторність – триразова, розміщення – повними рендомізованими блоками. Відстань між рослинами у рядках – 5 см; між рядками – 15 см. Сноповий аналіз (не менше ніж 25 рослин) виконували окремо з кожного повторення.

Ступінь фенотипового домінування в  $F_1$  визначали за G. M. Veil і R. E. Atkins [22], а комбінаційну здатність – за V. G. Volf та ін. [23]. Для розрахунків застосовували комп'ютерну програму Statistica 12 (TIBCO, USA).

### Результати досліджень

За даними агрометеорологічної станції «Миронівка», показники гідротермічного режиму в передпосівний та вегетаційний періоди ячменю озимого впродовж 2018/19 та 2021/22 рр. були неоднаковими й відрізнялися від середніх багаторічних даних (1959–2018). Зокрема, у листопаді та січні 2021/22 р. показники температури повітря (+4,8 °C і -1,2 °C відповідно) були суттєво вищими

ніж значення 2018/19 р. (+0,1 °C і -4,8 °C) та середні багаторічні (+2,2 °C та -4,7 °C відповідно) (рис. 1). Вересень, жовтень, квітень і травень 2021/22 р. характеризувалися нижчою температурою повітря, порівнюючи з 2018/19 р. та середніми багаторічними значеннями (різниця 2,0–3,4 °C та 0,6–1,1 °C відповідно). Найбільше підвищення середньомісячної температури проти багаторічних даних спостерігали у лютому 2018/19 і 2021/22 (на 4,1 °C і 5,4 °C відповідно) та червні 2018/19 років (на 4,2 °C).

Простежили значну нерівномірність (із суттєвими відмінностями між роками досліджень) випадання опадів протягом передпосівного та вегетаційних періодів ячменю озимого в розрізі місяців (рис. 2). Для прикладу, у 2018/19 р. сума опадів у вересні (85,0 мм) та червні (86,8 мм) перевищувала багаторічні значення (вересень – 50,4 мм, червень – 78,8 мм), а в ці самі місяці 2021/22 р. становила 18,7 та 41,7 мм відповідно. У 2021/22 р. сума опадів у серпні (88,1 мм) та квітні (86,0 мм) значно перевищила їхню кількість як у 2018/19 р. (14,9 та 23,4 мм відповідно), так і середні

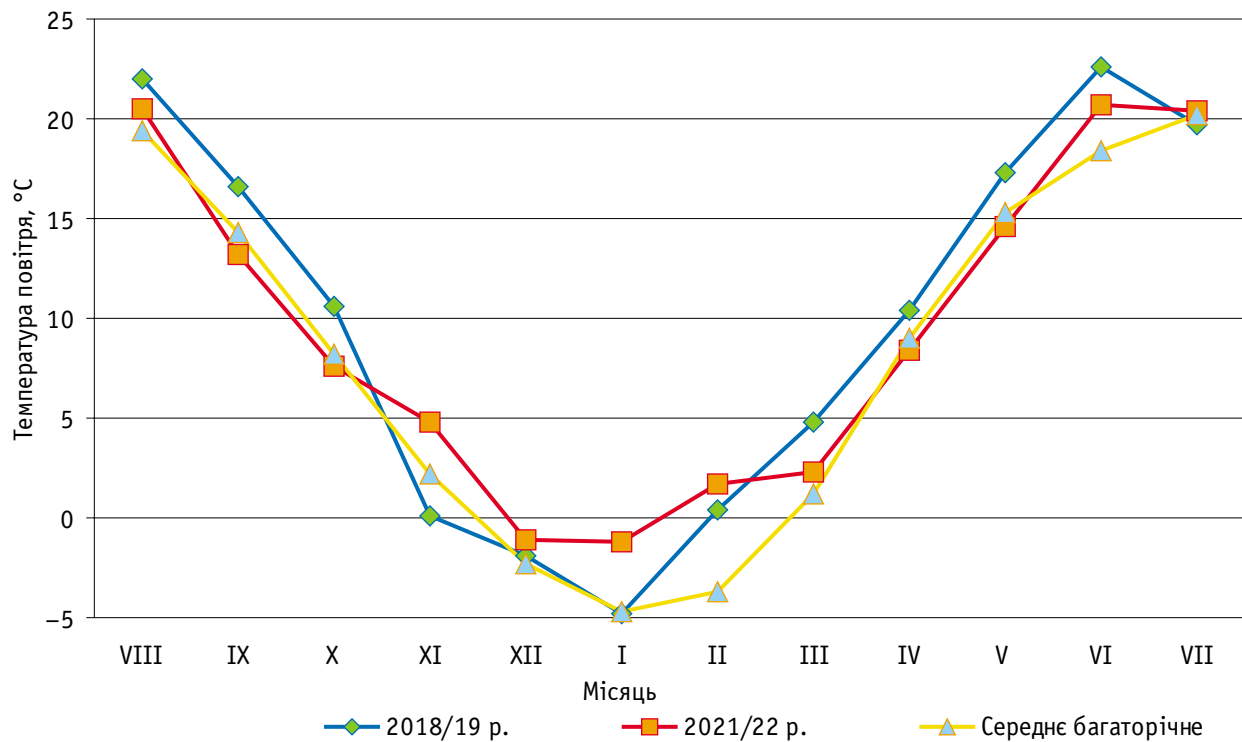


Рис. 1. Динаміка середньомісячної температури повітря

багаторічні значення (61,0 та 41,5 мм відповідно). Контрастні погодні умови розглянутих періодів суттєво вплинули на рівень

прояву досліджених ознак як у батьківських компонентів, так і створених між ними гібридів.

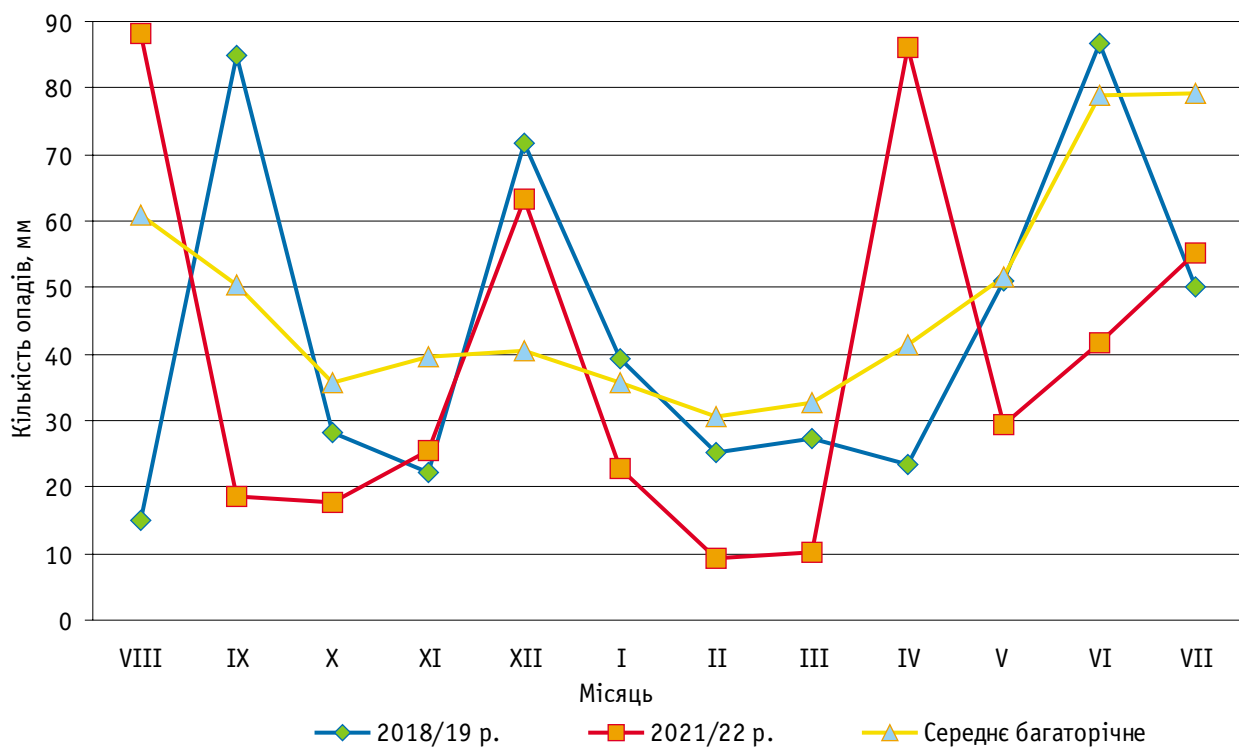


Рис. 2. Динаміка місячної кількості опадів

У таблиці 2 наведено середні значення продуктивної куцистості, маси 1000 зерен, кількості зерен у головному колосі (далі – кількість зерен у колосі), маси зерен із рос-

лини залучених до гібридизації сортів (P) та гібридів ( $F_1$ ) за участю відповідних компонентів схрещувань. Перші три ознаки є одними з основних елементів структури вро-

жайності та водночас параметрами, рівень прояву і мінливість яких дають змогу значною мірою характеризувати адаптивні реакції та компенсаторні ефекти за дії стресових чинників на різних етапах росту і розвитку рослин ячменю озимого. Маса зерен з рослини – інтегральна ознака продуктив-

ності на рівні індивідуального організму. Загалом у 2021/22 р., порівнюючи з 2018/19-м, відзначали суттєве збільшення рівня прояву всіх досліджених ознак, яке, однак, не мало повністю лінійного (адитивного) характеру з паралельними нормами реакції усіх генотипів.

Таблиця 2

Рівень прояву ознак у компонентів схрещування та  $F_1$  за їх участю

Компоненти схрещування	Продуктивна кущистість, стебел/рослину				Кількість зерен у головному колосі, шт.				Маса 1000 зерен, г				Маса зерен з рослини, г			
	2018/19 р.		2021/22 р.		2018/19 р.		2021/22 р.		2018/19 р.		2021/22 р.		2018/19 р.		2021/22 р.	
	P	$F_1$	P	$F_1$	P	$F_1$	P	$F_1$	P	$F_1$	P	$F_1$	P	$F_1$	P	$F_1$
Материнські компоненти																
'Scarpia'	3,98	4,10	5,31	5,69	44,14	46,97	58,71	62,76	43,73	43,36	48,87	46,42	6,22	6,70	12,29	13,85
'Titus'	4,16	3,98	5,21	4,82	43,14	51,75	59,13	62,05	49,87	46,40	54,07	50,79	6,61	6,95	13,39	12,81
'Абориген'	3,51	3,74	4,11	5,52	48,80	47,49	57,86	60,40	41,93	42,96	49,13	53,09	5,67	5,75	9,78	14,16
'Maybrit'	3,80	4,07	4,71	5,05	46,71	49,58	57,51	62,08	41,27	42,36	46,20	46,02	5,60	6,45	10,56	12,21
'Айвенго'	4,53	3,46	5,37	5,47	41,47	43,67	55,76	58,28	40,50	43,58	47,00	49,60	4,87	5,31	11,49	12,87
'МІП Янус'	3,90	3,40	5,07	5,65	47,82	59,66	60,85	68,26	43,93	42,31	47,00	49,40	6,30	6,91	11,71	15,70
Чоловічі компоненти (тестери)																
'МІП Ясон'	4,79	3,53	5,60	5,40	52,65	45,59	64,70	60,17	38,67	42,65	44,20	48,80	7,58	5,53	13,51	12,71
'МІП Дарій'	3,97	4,17	5,06	5,56	63,20	46,47	62,13	62,92	38,53	42,98	47,47	48,20	7,57	6,52	12,32	14,19
'МІП Корсар'	3,53	3,60	5,74	5,73	42,28	46,08	59,39	58,35	40,40	44,27	41,33	52,11	5,00	5,72	12,59	13,98
'МІП Статус'	3,65	3,91	5,45	5,26	67,00	57,46	66,67	65,82	39,80	44,27	45,80	49,71	7,52	7,45	13,67	13,88
'МІП Гладіатор'	4,03	3,60	4,63	5,08	59,50	53,39	62,80	63,94	38,93	43,69	46,20	47,80	7,75	6,41	11,31	12,58
'Паладін МIRONIVСЬКИЙ'	3,92	3,94	5,05	5,18	50,38	50,15	58,24	62,63	42,07	43,11	47,00	48,70	5,78	6,46	10,87	13,41
НІР <sub>0,05</sub>	0,35	0,40	0,93	0,81	4,16	2,28	3,78	4,33	2,63	2,38	2,42	2,96	0,70	0,65	2,13	2,32

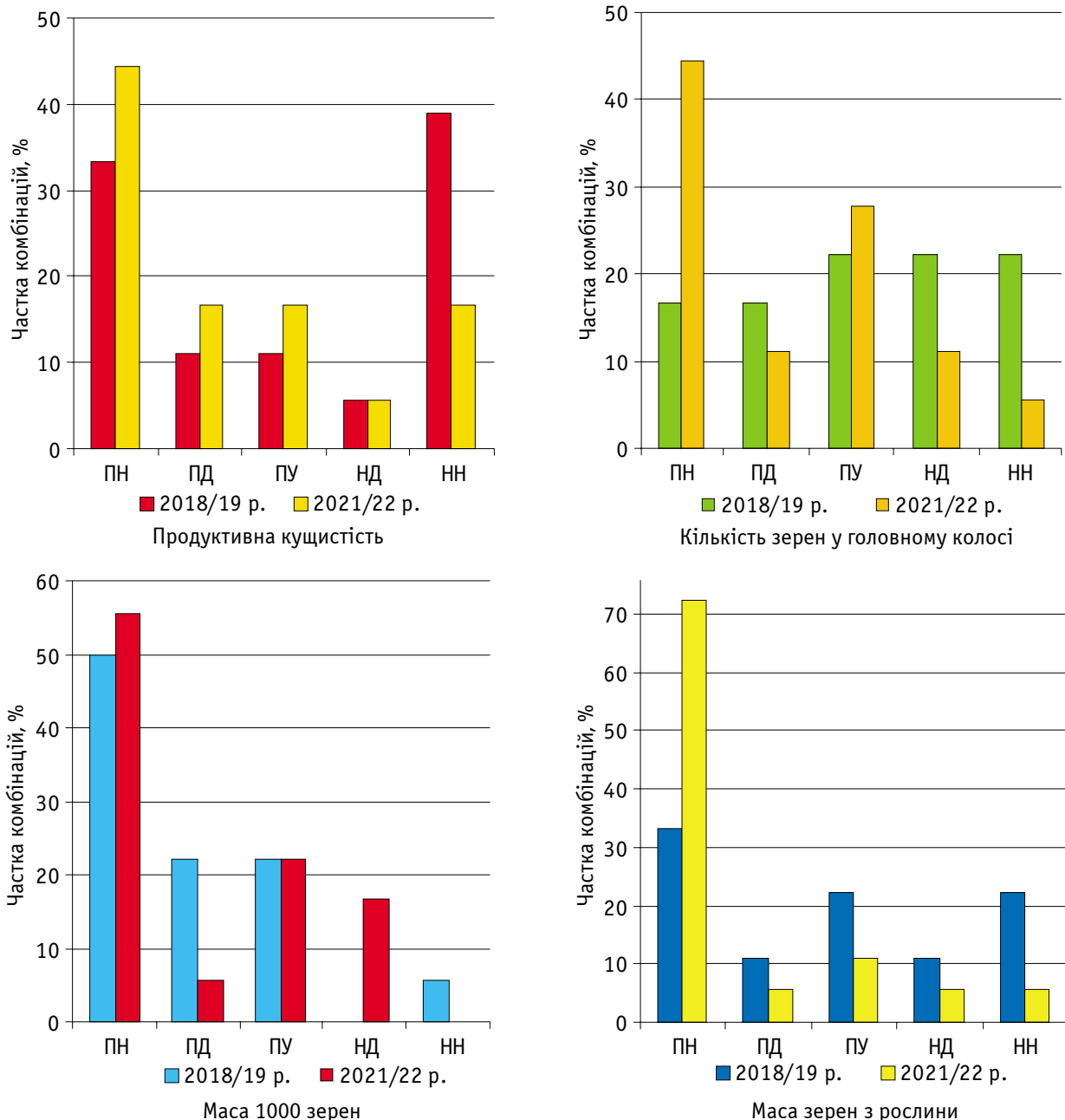
**Примітка.** P – рівень прояву ознаки у компонента схрещувань;  $F_1$  – середнє значення рівня прояву ознаки всіх гібридів за участю відповідного компонента схрещування.

Як приклад, між окремими компонентами схрещування очевидно була наявність перекресного типу взаємодії генотип – середовище. Зокрема, у 2018/19 р. у сорту 'МІП Корсар' продуктивна кущистість становила 3,53, а у сорту 'МІП Гладіатор' – 4,03 стебел/рослину. Тобто в останнього продуктивна кущистість була вірогідно (НІР<sub>0,05</sub> = 0,35 стебел/рослину) вищою ніж у першого. Однак у 2021/22 р. виявлено протилежні вірогідні значення (НІР<sub>0,05</sub> = 0,93 стебел/рослину): 'МІП Корсар' – 5,74, 'МІП Гладіатор' – 4,63 стебел/рослину. Значно сильніше різноманіття за нормами реакції виявлено між окремими гібридними комбінаціями (табличні дані не наведено). Загалом слід відзначити, що в обидва роки встановлено вірогідні відмінності між рівнем прояву досліджених ознак як у компонентів схрещування, так і гібридів, що вказує на перспективність подальших досліджень та добору цінних генотипів у створеному гібридному матеріалі.

На рисунку 3 продемонстровано розподіл комбінацій схрещування за характером успадкування кількісних ознак відповідно до показників ступеня фенотипового домі-

нування. Загалом виявлено усі можливі типи успадкування окрім негативного домінування у 2018/19 р. і негативного наддомінування у 2021/22 р. для маси 1000 зерен. Однак слід зазначити зміну частки комбінацій із тим чи іншим типом успадкування залежно від року досліджень та ознаки. У 2021/22 р. у більшості комбінацій схрещування за всіма ознаками виявлено позитивне наддомінування (44,4–72,2% комбінацій). У 2018/19 р. частка комбінацій із наддомінуванням була вищою, порівнюючи з іншими типами успадкування, лише за масою 1000 зерен (50,0%) та масою зерен із рослини (33,3%). За продуктивною кущистістю у більшості комбінацій (44,4%) встановлено негативне наддомінування. За кількістю зерен у колосі однаково частку комбінацій (22,2%) виявлено за трьома типами успадкування: проміжним успадкуванням, негативним домінуванням і негативним наддомінуванням. Двома іншими типами успадкування характеризувалась менша кількість комбінацій (16,7%).

Слід вказати також і на зміну характеру успадкування ознаки в одних і тих самих



**Примітка.** ПН – позитивне наддомінування, ПД – позитивне домінування, ПУ – проміжне успадкування, НД – негативне домінування, НН – негативне наддомінування.

**Рис. 3.** Розподіл комбінацій схрещування за характером успадкування в  $F_1$  ячменю озимого

комбінацій схрещування в різні роки. Зокрема, за продуктивною кущистістю в комбінації 'Titus' / 'МІП Статус' ступінь фенотипового домінування у 2018/19 р. вказував на позитивне наддомінування, а у 2021/22 р. – на негативне. За цією ознакою у чотирьох комбінаціях схрещування ('Scarpia' / 'МІП Ясон', 'МІП Янус' / 'МІП Статус', 'МІП Янус' / 'МІП Гладіатор', 'МІП Янус' / 'Паладін Миронівський') у 2018/19 р. відмічено негативне наддомінування, а в 2021/22 р. – позитивне. Кардинальну зміну характеру успадкування за кількістю зерен у колосі

спостерігали у комбінацій схрещування 'Абориген' / 'МІП Дарій', 'Maybrit' / 'Паладін Миронівський', за масою 1000 зерен – в 'Айвенго' / 'МІП Дарій', 'Maybrit' / 'МІП Статус', 'МІП Янус' / 'Паладін Миронівський', за масою зерен із рослини – у гібридній комбінації 'Айвенго' / 'МІП Корсар'. Отже, комбінації з позитивним домінуванням і наддомінуванням становлять практичний інтерес для поліпшення (збільшення) певних ознак.

У таблиці 3 наведено комбінації з позитивним наддомінуванням в обидва роки або

з позитивним домінуванням в одному році та позитивним наддомінуванням – в іншому. Істинний гетерозисний ефект як у 2018/19, так і 2021/22 р. за продуктивною кущистістю виявлено лише у комбінації ‘Scarpia’ / ‘МІП Дарій’; за кількістю зерен у колосі – у ‘Scarpia’ / ‘МІП Корсар’, ‘МІП Янус’ / ‘Паладін Миронівський’; за масою 1000 зерен – в ‘Абориген’ / ‘МІП Корсар’, ‘Айвенго’ / ‘МІП Корсар’, ‘Абориген’ / ‘МІП Ясон’, ‘Айвенго’ / ‘МІП Ясон’, ‘Абориген’ / ‘МІП Дарій’, ‘Scarpia’ / ‘МІП Корсар’; за масою зерен із рослини – у ‘Scarpia’ / ‘МІП Корсар’, ‘Абориген’ / ‘МІП Корсар’, ‘Titus’ / ‘МІП Статус’, ‘Maubrit’ / ‘Паладін Миронівський’, ‘МІП Янус’ / ‘Паладін Миронівський’. Комбінації схрещування з ефектом гетерозису за масою зерен із рослини відрізнялися його проявом за окремими елементами структури. Так, у комбінаціях ‘МІП Янус’ / ‘Паладін Миронівський’ і ‘Scarpia’ / ‘МІП Корсар’ гетерозис за масою зерен із рослини «підкріплювався» гетерозисом за

озерненістю колоса; в ‘Абориген’ / ‘МІП Корсар’ – масою 1000 зерен, а також продуктивною кущистістю в один із років (2018/19). У ‘Titus’ / ‘МІП Статус’ і ‘Maubrit’ / ‘Паладін Миронівський’ гетерозис виявлено лише за масою зерен з рослини. Отже, у цих комбінаціях ефект гетерозису на рівні рослини був результатом менш вираженого, але кумулятивного внеску за окремими елементами структури врожайності. Водночас низка комбінацій із гетерозисом за окремими ознаками не виявили його на рівні рослини. Отримані результати можуть свідчити про відносно різні механізми (шляхи) формування продуктивності рослини у створених гібридних комбінаціях за співвідношенням окремих елементів її структури.

Це вказує на генетичну різноманітність використаних у процесі схрещування батьківських компонентів та можливість (ефективність) добору в подальших розщеплюваних гібридних поколіннях рекомбінантів, різних за співвідношенням вкладу у загальну

Таблиця 3

**Характеристика гібридних комбінацій ячменю озимого за ступенем фенотипового домінування та істинним гетерозисом**

Гібридна комбінація	2018/19 р.			2021/22 р.		
	Ступінь фенотипового домінування		Гетерозис, %	Ступінь фенотипового домінування		Гетерозис, %
	гр	тип		гр	тип	
Продуктивна кущистість						
‘Scarpia’ / ‘МІП Дарій’	87,00	ПН	10,81	1,72	ПН	1,69
‘Абориген’ / ‘МІП Дарій’	0,82	ПД	–	2,79	ПН	16,86
‘Scarpia’ / ‘МІП Корсар’	0,93	ПД	–	1,88	ПН	3,31
‘Абориген’ / ‘МІП Корсар’	19,80	ПН	4,44	0,75	ПД	–
Кількість зерен у головному колосі						
‘Scarpia’ / ‘МІП Корсар’	3,23	ПН	4,70	6,57	ПН	3,22
‘МІП Янус’ / ‘МІП Статус’	0,72	ПД	–	1,06	ПН	0,26
‘МІП Янус’ / ‘МІП Гладіатор’	0,87	ПД	–	8,32	ПН	11,37
‘МІП Янус’ / ‘Паладін Миронівський’	5,34	ПН	11,00	6,50	ПН	11,76
Маса 1000 зерен						
‘Абориген’ / ‘МІП Ясон’	1,08	ПН	0,32	2,43	ПН	7,19
‘Айвенго’ / ‘МІП Ясон’	4,67	ПН	8,31	1,90	ПН	2,70
‘Абориген’ / ‘МІП Дарій’	1,08	ПН	0,32	5,96	ПН	8,42
‘Scarpia’ / ‘МІП Корсар’	1,88	ПН	3,35	1,09	ПН	0,68
‘Абориген’ / ‘МІП Корсар’	4,65	ПН	6,68	2,08	ПН	8,55
‘Айвенго’ / ‘МІП Корсар’	48,33	ПН	5,84	3,40	ПН	14,47
‘МІП Янус’ / ‘МІП Статус’	0,74	ПД	–	9,57	ПН	11,38
‘Maubrit’ / ‘МІП Гладіатор’	0,83	ПД	–	23,00	ПН	1,19
Маса зерен із рослини						
‘Scarpia’ / ‘МІП Дарій’	0,58	ПД	–	27,67	ПН	3,42
‘Scarpia’ / ‘МІП Корсар’	1,33	ПН	3,21	15,46	ПН	16,66
‘Абориген’ / ‘МІП Корсар’	1,57	ПН	3,41	1,74	ПН	8,26
‘Titus’ / ‘МІП Статус’	3,15	ПН	13,03	8,32	ПН	7,32
‘МІП Янус’ / ‘МІП Статус’	0,77	ПД	–	1,82	ПН	5,90
‘Titus’ / ‘Паладін Миронівський’	1,07	ПН	14,88	0,70	ПД	–
‘Maubrit’ / ‘Паладін Миронівський’	3,89	ПН	4,50	5,58	ПН	6,53
‘МІП Янус’ / ‘Паладін Миронівський’	2,50	ПН	6,19	10,33	ПН	33,45

**Примітка.** ПН – позитивне наддомінування, ПД – позитивне домінування.

продуктивність рослини та окремих її елементів.

Виявлено значне варіювання ефектів загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) у різних генотипів залежно від умов року та досліджених ознак (рис. 4). Сорт 'Scarpia' характеризувався вірогідними позитивними значеннями ефектів ЗКЗ у  $F_1$  за продуктивною кущистістю у 2018/19 та 2021/22 рр. У сорту 'Абориген' за цією ознакою були середні значення ЗКЗ (вірогідно не відрізнялися від нуля). В решти материнських компонентів схрещування ефекти ЗКЗ варіювалися від позитивних до негативних у різні роки. За кількістю зерен із головного колоса найвищими ефектами ЗКЗ в обидва роки вирізнявся сорт 'МІП Янус'. Вірогідно низькі ефекти щороку відмічали у сортів 'Айвенго' і 'Або-

риген'. У 'Scarpia' ЗКЗ варіювалася від вірогідно низької до невірогідно позитивної. Від'ємні, але невірогідні значення ефектів ЗКЗ були у сорту 'Maybrit', а в 'Titus' – варіювалися від вірогідних додатних у 2018/19 р. до невірогідних від'ємних у 2021/22 р. За масою 1000 зерен вірогідно високі ефекти ЗКЗ в обидва роки мав сорт 'Titus'. Позитивні, але невірогідні (середні) значення ЗКЗ були у сорту 'Айвенго'. Сорт 'Абориген' у 2018/19 р. відзначився від'ємними (в межах похибки) та у 2021/22 р. високими вірогідними ефектами ЗКЗ. Решта сортів за ефектами ЗКЗ поступалися вище названим. За продуктивністю рослини в обидва роки вірогідно високу ЗКЗ відмічали в сорту 'МІП Янус'. У 'Scarpia' значення ефектів ЗКЗ були позитивними, але невірогідними

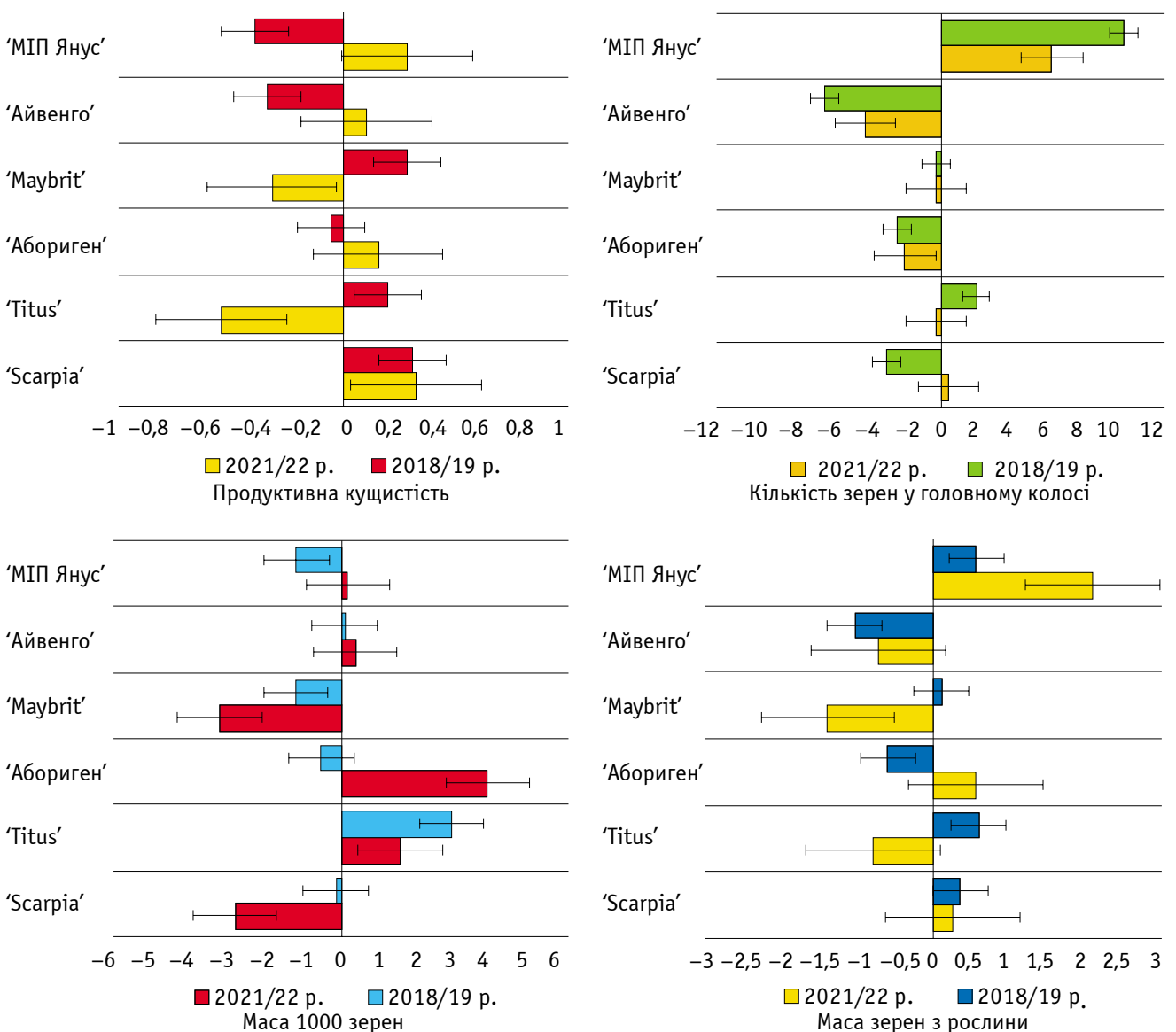


Рис. 4. Характеристика сортів (материнських компонентів) ячменю озимого та факультативного за ефектами загальної комбінаційної здатності

(середніми). Сорт ‘Айвенго’ характеризувався низькою ЗКЗ в обидва роки. У решти сортів відмічено варіювання від від’ємних до додатних значень ефектів ЗКЗ у різні роки.

Серед тестерів (чоловічих компонентів схрещування) за продуктивною куцистістю позитивні ефекти ЗКЗ в обидва роки мав сорт ‘МІП Дарій’, але у 2021/22 р. вони були в межах похибки – середніми (рис. 5). За кількістю зерен у головному колосі вірогідно високу ЗКЗ виявлено у сортів ‘МІП

Гладіатор’ і ‘МІП Статус’. Сорт ‘Паладін Миронівський’ характеризувався позитивними ефектами ЗКЗ, що вірогідно не відрізнялися від середніх. За масою 1000 зерен можна виділити сорти ‘МІП Корсар’ – значення ефектів у межах вірогідності у 2018/19 р.; і ‘МІП Статус’ – значення ефектів у межах вірогідності в обидва роки. За масою зерен із рослини позитивні ефекти ЗКЗ в обидва роки виявлено у сортів ‘МІП Дарій’ (недостовірні) і ‘МІП Статус’ (у межах похибки у 2021/22 р.).

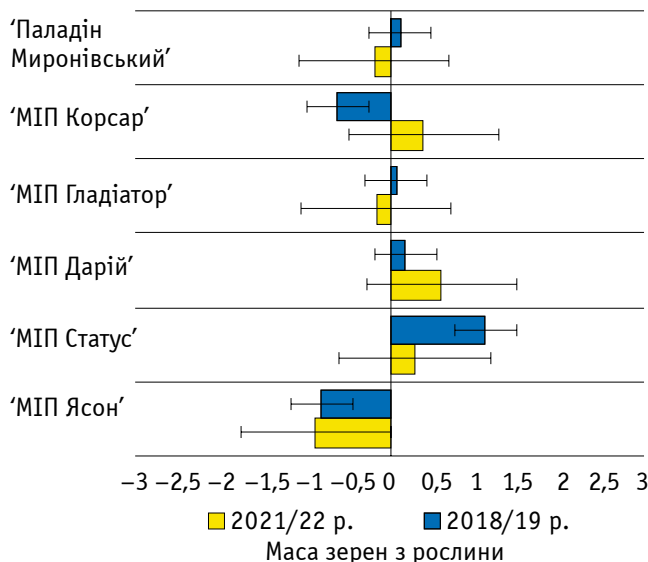
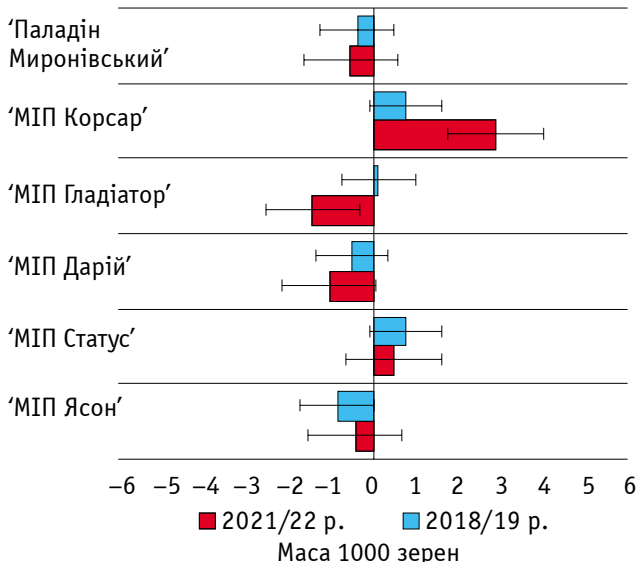
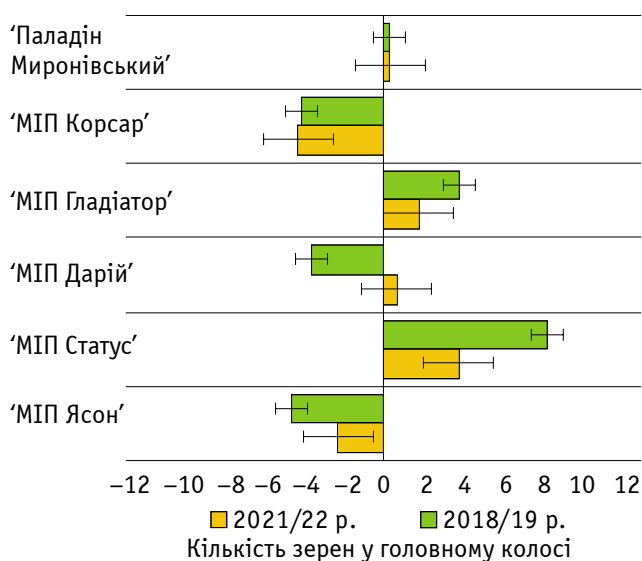
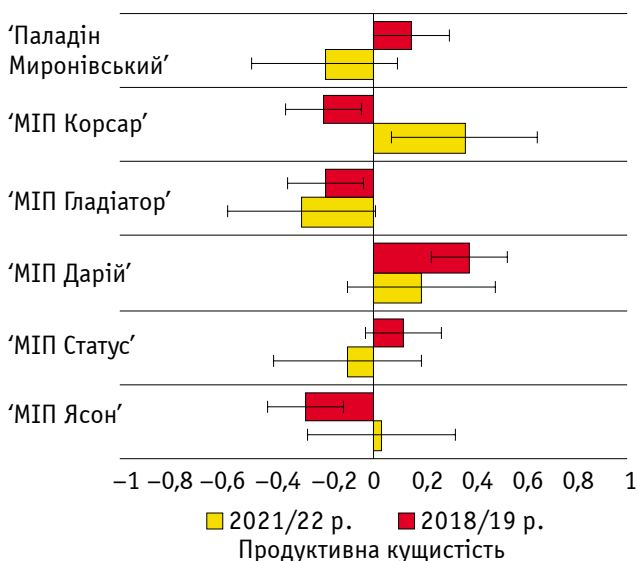


Рис. 5. Характеристика тестерів (чоловічих компонентів) ячменю озимого за ефектами загальної комбінаційної здатності

**Висновки**

Виділено гібридні комбінації з позитивним наддомінуванням і домінуванням за різних умов вирощування, які становлять практичну цінність для селекції на поліп-

шення окремих елементів структури врожайності. За продуктивністю рослини найбільш перспективними є такі гібридні комбінації: ‘Scarpia’ / ‘МІП Дарій’, ‘Scarpia’ / ‘МІП Корсар’, ‘Абориген’ / ‘МІП Корсар’, ‘Titus’ / ‘МІП Статус’, ‘МІП Янус’ / ‘МІП



Статус', 'Titus' / 'Паладин Миронівський', 'Maybrit' / 'Паладин Миронівський', 'МІП Янус' / 'Паладин Миронівський'. Особливості, виявлені за рівнем прояву ознак, ступенем фенотипового домінування та гетерозисом, свідчать про відносно різні механізми (шляхи) формування продуктивності рослини у створених гібридних комбінаціях за співвідношенням її окремих складових. Це вказує на генетичну різноманітність використовуваних у процесі схрещування батьківських компонентів, а також можливість (ефективність) добору в розщеплюваних поколіннях рекомбінантів, різних за часткою вкладу в загальну продуктивність рослини й окремих її елементів.

Отже, за рівнем прояву ефектів загальної комбінаційної здатності цінними генетичними джерелами для залучення у схрещування з метою поліпшення відповідних ознак є сорти: 'Scarpia' (продуктивна кущистість), 'МІП Янус' (кількість зерен у колосі), 'Titus' (маса 1000 зерен), 'МІП Янус' (маса зерен із рослини) – можуть бути використані як материнські компоненти. Як батьківські компоненти перспективними є: 'МІП Дарій' (продуктивна кущистість), 'МІП Гладіатор' і 'МІП Статус' (кількість зерен у колосі), 'МІП Корсар' і 'МІП Статус' (маса 1000 зерен), 'МІП Статус' і 'МІП Дарій' (маса зерен з рослини).

### Використана література

1. Сільське господарство України 2021: статистичний збірник / Державна служба статистики України. Київ, 2022. 220 с.
2. Лінчевський А. А., Легкун І. Б., Бабаш А. Б., Щербина З. В. Пріоритети в селекції ячменю (*Hordeum vulgare* L.) для сучасних умов виробництва зерна в Україні. *Збірник наукових праць СГТ – НЦНС*. 2017. Вип. 30. С. 23–39.
3. Лінчевський А. А., Легкун І. Б. Нове ставлення до культури ячменю і селекція в умовах зміни клімату. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 9. С. 34–42. doi: 10.31073/agroviznyk202009-05
4. Shestak V. G., Parkhuts B. I., Veha N. I. The influence of the mesoclimate change of the Western Ukrainian broad-leaved forest zone on the yield of winter cereals. *Proceedings of the International Scientific Conference "Forecasts and Prospects of Scientific Discoveries in Agricultural Sciences and Food"* (Latvia, Riga, August 30–31, 2022), Latvia : Baltija Publishing, 2022. P. 62–66. doi: 10.30525/978-9934-26-238-8-15
5. Macholdt J., Honermeier B. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. *Agronomy*. 2016. Vol. 6, Iss. 3. Article 40. doi: 10.3390/agronomy6030040
6. Vasyukivskiy S., Gudzenko V. Winter barley selection in steady grain production provision in the central Forest-Steppe of Ukraine. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 25–33.
7. Терлецька М. І., Біловус Г. Я., Пушак В. І., Яремко В. Я. Оцінка сортів ячменю озимого за адаптивністю до умов навколишнього середовища в конкурсуному та екологічному сортопробуванні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69, № 2. С. 123–136. doi: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-8
8. Zavalypich N., Cherenkov A., Solodushko M. Grain production of the winter barley under growing in the conditions of the climatic changes. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, Iss. 1. P. 13–19. doi: 10.11648/j.ajaf.20210901.13
9. Ruzdik N. M., Valcheva D., Vulchev D. et al. Correlation between grain yield and yield components in winter barley varieties. *Agricultural Science and Technology*. 2015. Vol. 7, Iss. 1. P. 40–44.
10. Đekić V., Popović V., Branković S. et al. Grain yield and yield components of winter barley. *Agriculture and Forestry*. 2017. Vol. 63, Iss. 1. P. 179–185. doi: 10.17707/Agriculture-Forest.63.1.21
11. Amer K. A., Eid A. A., El-Sayed M. M. A. El-Shawy E. E. Estimation of some genetic parameters for yield and its components in some barley genotypes. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 2012. Vol. 90. P. 117–130.
12. Jalata Z., Mekbib F., Lakew B. Ahmed S. Gene action and combining ability test for some agro-morphological traits in barley. *Journal of Applied Sciences*. 2019. Vol. 19, Iss. 2. P. 88–95. doi: 10.3923/jas.2019.88.95
13. Компанець К. В., Козаченко М. Р. Особливості сортів ячменю ярого за загальною та специфічною комбінаційною здатністю і співвідношенням їх варіанс. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 61–74. doi: 10.30835/2413-7510.2017.104888
14. Козаченко М. Р., Васько Н. І., Наумов О. Г. та ін. Селекційно-генетичні закономірності прояву ознак та ефективність створення сортів ячменю ярого. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2018. Т. 23. С. 68–73. doi: 10.7124/FEE0.v23.992.
15. Козаченко М. Р., Зуєва К. В., Васько Н. І. та ін. Селекційно-генетичні особливості сортів ячменю ярого в системі діалельних схрещувань. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2020. Т. 27. С. 89–93. doi: 10.7124/FEE0.v27.1308
16. Гудзенко В. М., Поліщук Т. П., Лисенко А. А. та ін. Селекційно-генетичні особливості ячменю ярого за масою 1000 зерен в умовах центральної частини Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. Т. 17, № 3. С. 183–192. doi: 10.21498/2518-1017.17.3.2021.242982
17. Поліщук Т. П., Гудзенко В. М. Успадкування кількості зерен у колосі в  $F_1$  ячменю ярого при схрещуванні сортів різного походження, напрямів використання та різновидностей. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. Т. 18, № 3. С. 196–205. doi: 10.21498/2518-1017.18.3.2022.269023
18. Маренюк О. Б. Оцінка комбінаційної здатності вихідного матеріалу ячменю ярого в системі діалельних схрещувань. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2014. Вип. 9. С. 153–155.
19. Васценко В. В., Шевченко О. О. Оцінка комбінаційної здатності сортів ячменю ярого за кількісними ознаками в умовах Північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 23–25. doi: 10.31210/viznyk2014.02.02
20. Гудзенко В. М. Селекційно-генетичні особливості ячменю багаторядного озимого за кількістю зерен у колосі в Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 112. С. 47–56. doi: 10.30835/2413-7510.2017.120420
21. Гудзенко В. М., Поліщук Т. П., Бабій О. О. Комбінаційна здатність та параметри генетичної варіації за масою 1000 зерен ячменю багаторядного озимого в Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 4. С. 15–26. doi: 10.31073/mvis201704-02
22. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain Sorghum. *Iowa State College Journal of Science*. 1965. Vol. 39, Iss. 3. P. 139–158.
23. Вольф В. Г., Литун П. П., Хавелова А. В., Кузьменко Р. И. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности. Харьков, 1980. 75 с.

## References

1. State Statistics Service of Ukraine. (2022). *Agriculture of Ukraine 2021: statistical publication*. Kyiv: State Statistics Service of Ukraine. [In Ukrainian]
2. Linchevskiy, A. A., Legkun, I. B., Babash, A. B., & Shcherbyna, Z. V. (2017). Priorities of barley (*Hordeum vulgare* L.) breeding for modern conditions of grain production in Ukraine. *Collected of Scientific Articles of the Breeding and Genetic Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigations*, 30, 23–39. [In Ukrainian]
3. Linchevskiy, A., & Legkun, I. (2020). A new attitude to barley culture and selection in the conditions of climate change. *Bulletin of Agricultural Science*, 9, 34–42. doi: 10.31073/agrovisnyk202009-05 [In Ukrainian]
4. Shestak, V. G., Parkhuts, B. I., & Vaha, N. I. (2022). The influence of the mesoclimate change of the Western Ukrainian broad-leaved forest zone on the yield of winter cereals. In *Proceedings of the International Scientific Conference "Forecasts and Prospects of Scientific Discoveries in Agricultural Sciences and Food"* (Latvia, Riga, August 30–31, 2022) (pp. 62–66). Latvia: Baltija Publishing. doi: 10.30525/978-9934-26-238-8-15
5. Macholdt, J., & Honermeier, B. (2016). Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. *Agronomy*, 6(3), Article 40. doi: 10.3390/agronomy6030040
6. Vasykivskiy, S., & Gudzenko, V. (2017). Winter barley selection in steady grain production provision in the central Forest-Steppe of Ukraine. *Agrobiologia*, 1, 25–33.
7. Terletska, M., Bilovus, H., Pushchak, V., & Yaremko, V. (2021). Evaluation of winter barley varieties for adaptability to the environment in competitive and ecological variety testing. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 69(2), 123–136. doi: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-8 [In Ukrainian]
8. Zavalypich, N., Cherenkov, A., & Solodushko, M. (2021). Grain production of the winter barley under growing in the conditions of the climatic changes. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 9(1), 13–19. doi: 10.11648/j.ajaf.20210901.13
9. Ruzdik, N. M., Valcheva, D., Vulchev, D., Mihajlov, L., Karov, I., & Ilieva, V. (2015). Correlation between grain yield and yield components in winter barley varieties. *Agricultural Science and Technology*, 7(1), 40–44.
10. Đekić, V., Popović, V., Branković, S., Terzić, D., & Đurić, N. (2017). Grain yield and yield components of winter barley. *Agriculture and Forestry*, 93(1), 179–185. doi: 10.17707/AgricForest.63.1.21
11. Amer, K. A., Eid, A. A., El-Akhdar, A. A., & El-Shawy, E. E. (2012). Combining ability and heterosis in five barley genotypes for some economic traits. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 90, 117–130.
12. Jalata, Z., Mekbib, F., Lakew, B., & Ahmed, S. (2019). Gene action and combining ability test for some agro-morphological traits in barley. *Journal of Applied Sciences*, 19(2), 88–95. doi: 10.3923/jas.2019.88.95
13. Kompanets, K. V., & Kozachenko, M. R. (2017). Peculiarities of spring barley varieties in terms of general and specific combining abilities and ratios of their variances. *Plant Breeding and Seed Production*, 111, 61–74. doi: 10.30835/2413-7510.2017.104888 [In Ukrainian]
14. Kozachenko, M. R., Vasko, N. I., Naumov, O. H., Solonechnyi, P. M., Solonechna, O. V., Vazhenina, O. Ye., & Kompanets, K. V. (2018). Breeding and genetic patterns in trait expression and efficiency of creation of spring barley cultivars. *Factors of Experimental Evolution of Organisms*, 23, 68–73. doi: 10.7124/FEE0.v23.992 [In Ukrainian]
15. Kozachenko, M. R., Zuieva, K. V., Vasko, N. I., Solonechny, P. M., & Sviatchenko, S. I. (2020). Selection-genetic features of spring barley varieties in a system of diallel crosses. *Factors of Experimental Evolution of Organisms*, 27, 89–93. doi: 10.7124/FEE0.v27.1308 [In Ukrainian]
16. Hudzenko, V. M., Polishchuk, T. P., Lysenko, A. A., Khudoliy, L. V., & Babenko, A. I. (2021). Breeding and genetic peculiarities of spring barley 1000 kernel weight under conditions of the central part of the Ukrainian Forest-Steppe. *Plant Varieties Studying and Protection*, 17(3), 183–192. doi: 10.21498/2518-1017.17.3.2021.242982 [In Ukrainian]
17. Polishchuk, T. P., & Hudzenko, V. M. (2022). Inheritance of kernel number per spike in  $F_1$  of spring barley obtained from crossings of cultivars of different origin, purpose of use and botanical varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(3), 196–205. doi: 10.21498/2518-1017.18.3.2022.269023 [In Ukrainian]
18. Marenjuk, O. B. (2014). An evaluation of the combining ability of the source material of spring barley in the system of diallel crosses. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Agronomy and Biology*, 9, 153–155. [In Ukrainian]
19. Vashchenko, V. V., & Shevchenko, A. A. (2014). Estimation of combining ability for spring barley varieties (using quantitative characteristics) under conditions of northern Steppes of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 23–25. doi: 10.31210/visnyk2014.02.02 [In Ukrainian]
20. Hudzenko, V. M. (2017). Breeding and genetic characteristics of winter six-row barley by grain number per spike in the Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Breeding and Seed Production*, 112, 47–56. doi: 10.30835/2413-7510.2017.120420 [In Ukrainian]
21. Hudzenko, V. M., Polishchuk, T. P., & Babii, O. O. (2017). Combining ability and parameters of genetic variation for 1000 kernel weight in six-rowed winter barley in the Forest-Steppe of Ukraine. *Myronivka Bulletin*, 4, 15–26. doi: 10.31073/mvis201704-02 [In Ukrainian]
22. Beil, G. M., & Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain Sorghum. *Iowa State College Journal of Science*, 39(3), 139–158.
23. Volf, V. G., Litun P. P., Havelova, A. V., & Kuzmenko, R. I. (1980). *Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu matematicheskikh metodov dlya analiza eksperimental'nykh dannykh po izucheniyu kombinatsionnoy sposobnosti* [Methodical guidelines for the application of mathematical methods for the analysis of experimental data on the study of combining ability]. Kharkiv: N.p. [In russian]

UDC 633.16«324»:631.559:575.1:575.222.7(292.485:477)

**Lysenko, A. A., & Hudzenko, V. M.\*** (2022). Combining ability and inheritance of yield-related traits in  $F_1$  of winter barley under conditions of Ukrainian Forest-Steppe. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(4), 251–261. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273986>

The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS of Ukraine, 68 Tsentralna St., Tsentralne village, Obukhiv district, Kyiv region, 08853, Ukraine, \*e-mail: barley22@ukr.net

**Purpose.** To determine the peculiarities of the manifestation of combining ability and the mode of inheritance of yield-related traits in winter barley and to identify genetic sources and promising hybrid combinations for further breeding efforts under conditions of Ukrainian Forest-steppe. **Methods.** The research was conducted in 2018/19 and

2021/22 at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS of Ukraine. In accordance with generally accepted methods, the degree of phenotypic dominance, heterobeltiosis and effects of general combining ability in the top-cross hybrids of winter barley for key yield components were determined. **Results.** The variability of the manifestation level

of the studied traits in parental components and hybrids in different years were established. According to the indicator of the degree of phenotypic dominance, the variability of the character of inheritance was revealed depending on the traits, hybrid combinations and growing conditions. Hybrid combinations with positive overdominance and dominance of individual yield components were highlighted. In particular, according to plant productivity these combination are: 'Scarpia' / 'MIP Darii', 'Scarpia' / 'MIP Korsar', 'Aborygen' / 'MIP Korsar', 'Titus' / 'MIP Status', 'MIP Yanus' / 'MIP Status', 'Titus' / 'Paladin Myronivskiy', 'Maybrit' / 'Paladin Myronivskiy' 'MIP Yanus' / 'Paladin Myronivskiy'. The varieties with increased effects of general combining ability for yield-related traits un-

der different growing conditions were distinguished. As follows: productive tillering – 'Scarpia', 'MIP Darii'; grain number per ear – 'MIP Yanus', 'MIP Hladiator', 'MIP Status'; 1000 grain weight – 'Titus', 'MIP Korsar', 'MIP Status'; grain weight per plant – 'MIP Yanus', 'MIP Status', 'MIP Darii'. **Conclusions.** Selected hybrid combinations with positive overdominance and dominance are of practical value for further breeding to increase individual components and plant productivity in general. The varieties with increased effects of general combining ability are valuable genetic sources for involvement in crossing for improving the certain traits.

**Keywords:** *Hordeum vulgare* L.; general combining ability; component of productivity; degree of phenotypic dominance.

Надійшла / Received 05.10.2022  
Погоджено до друку / Accepted 17.10.2022