

ПРОЯВ ОСНОВНИХ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ В F₁ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ТА ТВЕРДОЇ ЯРОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

М. В. Федоренко, І. В. Федоренко, Р. М. Близнюк

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., 08853, Україна

Актуальність. Дослідження характеру успадкування ознак продуктивності, ступеня гетерозису в гібридів першого покоління пшениці м'якої та твердої ярої є актуальним завданням при створенні високопродуктивних сортів, а також для прогнозування селекційно-генетичного ефекту схрещувань. **Мета.** Встановити ступінь фенотипового домінування та рівень гетерозису за ознаками продуктивності у гібридах першого покоління (F₁) пшениці ярої. **Матеріали та методи.** Дослідження проведено у 2023–2024 рр. в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Матеріалом для досліджень слугували 20 гібридних комбінацій отриманих від схрещування зразків різного еколого-географічного походження пшениці ярої. Використано лабораторно-польові та математично-статистичні методи. **Результати.** Виявлено, що найпоширенішим типом успадкування ознаки «довжини колоса» в F₁ пшениці ярої в роки досліджень було наддомінування та часткове позитивне домінування. За ознакою «кількість колосків у колосі» спостерігали різний ступінь фенотипового домінування, що свідчить про їх значну диференціацію. За ознаками «кількість зерен у колосі» та «маса зерна з колоса» виділено комбінації, за якими упродовж років досліджень успадкування відбувалося за типом наддомінування та часткового позитивного домінування і як результат формувалась висока продуктивність колоса. **Висновки.** Встановлено, що показники елементів продуктивності колоса мали різні типи успадкування від депресії до наддомінування у F₁ отриманих від схрещування зразків різного еколого-географічного походження пшениці ярої залежно як від підбору пар для гібридизації, так і від умов року. Найбільш невдалими виявилися поєднання батьківських форм у комбінаціях пшениці твердої ярої МПП Ксенія × 211 TIANES, МПП Магдалена × AR 84/VINTEPE 85-OU та м'якої ярої Hingchin 26 × МПП Світлана, МПП Веснянка × Лінія 15-36 внаслідок чого спостерігали депресію та часткове від'ємне успадкування, а ступінь істинного та гіпотетичного гетерозису мав від'ємні значення. За рівнем прояву позитивного гетерозису виділено комбінації пшениці м'якої ярої Хунзхе 9 × МПП Олександра, Yaouyaan 448 × Дубравка, Moyn 2 × МПП Злата та твердої ярої МПП Ксенія × МПП Магдалена, МПП Магдалена × MUSK DUKE та ін., що свідчить про значний генетичний потенціал вищевказаних гібридів.

Ключові слова: пшениця яра, гібридні комбінації, елементи продуктивності

Вступ. Одним з головних методів створення вихідного матеріалу для селекції пшениці є гібридизація, вона забезпечує отримання нових зразків, які поєднують у своєму генотипі ознаки та властивості заплановані відповідно до селекційної програми. Гібридизація є важливим методом селекції сільськогосподарських культур, а ключем до успішної гібридизації є вибір батьківських форм. Враховуючи, що продуктивність батьківських форм не обов'язково така ж, як у гібридного потомства, цінність гібридної комбінації може бути ідентифікована лише в

пізніх поколіннях. На ранніх етапах селекції пшениці для аналізу результатів гібридизації важливо обрати систему ознак, за якими добір елітних рослин дозволить досягти певного генетичного прогресу і призведе до підвищення урожайного потенціалу. Як правило, у гібридів першого покоління аналізуючи різні факторіальні ознаки, визначають кількісні параметри елементів продуктивності рослин, характер їх успадкування, гетерозис [1–5].

Створення сортів пшениці ярої, методом гібридизації, починається з підбору батьківських компонентів за комплексом цін-

Інформація про авторів:

Федоренко Марина Вікторівна, кандидат. с.-г. наук, провідний науковий співробітник лаб. селекції ярої пшениці, e-mail: maryna.fedorenko.v@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3021-3643>

Федоренко Ірина Вікторівна, кандидат. с.-г. наук, вчений секретар, e-mail: ira_mip@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5471-6475>

Близнюк Руслан Миколайович, кандидат. с.-г. наук, в.о. завідувача лаб. селекції ярої пшениці, e-mail: bliznyuk359@gmail.com, <https://orcid.org/000-0002-8645-2539>

них господарських ознак. Підбір компонентів для схрещування (*Triticum aestivum* L. та *Triticum durum* Desf.) необхідно проводити за еколого-географічним принципом та враховувати адаптивну здатність сорту, параметри ознак та наявність цінних генетичних компонентів [6]. В його основу закладено ідею про те, що чим більш віддаленими є батьківські форми, тим більш вони генетично відмінні, що забезпечує широкий формотворчий процес у гібридних популяціях і добір трансгресивних форм, а також передбачає об'єднання в новому генотипі позитивних ознак і властивостей різних екотипів [7]. Для селекційних цілей широко використовується генофонд пшениці з колекцій генетичного банку рослин України, це дозволяє проводити гібридизацію генетично та екологічно віддалених форм з різним рівнем прояву ознак та отримати якісно новий селекційний матеріал [8]. Отже, залучення до схрещувань біотипів з різних еколого-географічних груп сприяє ширшому формотворенню у гібридних популяціях, що підсилює ефективність селекційної роботи.

Мета досліджень передбачала встановити ступінь фенотипового домінування та рівень гетерозису за ознаками продуктивності у гібридах першого покоління (F_1) пше-

ниці м'якої та твердої ярої.

Матеріали та методи. Дослідження проведено у 2023 та 2024 рр. в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Матеріалом для досліджень слугували 20 гібридних комбінацій, отриманих від схрещування зразків різного еколого-географічного походження пшениці м'якої та твердої ярої. Насіння гібридів та батьківських форм висівали вручну в гібридному розсаднику за схемою «материнська форма – F_1 – батьківська форма» з міжряддям 15 см. Попередник – соя. Фенологічні спостереження проводили згідно з методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [9]. Для якісної характеристики сприятливості умов середовища та формування продуктивності пшениці враховували гідротермічний коефіцієнт [10].

Ступінь фенотипового домінування ознак (hp) визначали за формулою В. Griffing [11]: $hp = (F_1 - M_p) / (P_{max} - M_p)$, де hp – ступінь фенотипового домінування; F_1 – значення ознаки у гібрида; M_p – середнє значення обох батьків; P_{max} – найбільше значення одного з батьків.

Групування отриманих даних проводили відповідно з класифікацією G. M. Veil, R. E. Atkins [12].

Клас домінування	Числове значення hp
Гетерозис (наддомінування)	$hp > +1$
Часткове позитивне наддомінування	$+0,5 < hp \leq +1$
Проміжне успадкування	$-0,5 \leq hp \leq +0,5$
Часткове від'ємне успадкування	$-1 \leq hp < -0,5$
Депресія	$hp < -1$

Прояв гетерозису визначали за Matzinger et al. [13] та S. Fonseca, F. Patterson [14]:

$$Ht (\%) = (F_1 - MP) / MP \times 100,$$

$$Hbt (\%) = (F_1 - BP) / BP \times 100,$$

де F_1 – середнє арифметичне значення ознаки у гібрида;

BP – найвищий прояв ознаки одного з батьків;

MP – середнє арифметичне значення показника обох батьківських форм.

Результати та обговорення. Погодні умови виявилися сприятливими для нормального росту та розвитку рослин пшениці ярої, проте супроводжувались нерівномірним розподілом опадів та різним температурним

режимом в окремі їх періоди (табл. 1). У період сівба – сходи середньодобова температура повітря у 2023 р. становила $+8,3$ °С, (вище за середньобагаторічні показники на $1,2$ °С) та характеризувалися надлишковим зволоженням ($54,6$ мм), вище за середньобагаторічні дані – $37,0$ мм. У міжфазний період сходи – вихід в трубку середньодобова температура повітря була в межах середньобагаторічної $+12,5$ °С. У період «вихід у трубку – колосіння» температура повітря знаходилась на позначці $+18,2$ °С, це вище середньобагаторічні на $1,8$ °С, тоді ж як опадів випало всього лише $19,9$ мм, що нижче від середньобагаторічної норми у $2,4$ рази.

У період «колосіння – повна стиглість» температура повітря була + 20,6 °С, що вище середньобогаторічних даних на 1,0 °С, опадів випало 199,2 мм, (у 1,5 рази вище середньобогаторічних даних – 128,0 мм). Для комплексної характеристики зволоження та температурного режиму використовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який дорівнював – 1,34, що відповідає оптимальному

рівню зволоження. В окремо взятих періодах, спостерігали наступну картину: надмірним зволоженням характеризувались міжфазні періоди «сівба – сходи» та «колосіння – повна стиглість» (ГТК = 3,47 та 1,97 відповідно), посушливі умови склалися у періоди «сходи – вихід у трубку» та «вихід у трубку – колосіння», де ГТК становив 0,86 та 0,73 відповідно.

Таблиця 1. Гідротермічні умови вегетації пшениці ярої, 2023–2024 рр.

Рік	Сівба – сходи	Сходи – вихід у трубку	Вихід у трубку – колосіння	Колосіння – повна стиглість
Температурний режим повітря (°С) у міжфазні періоди вегетації				
2023	8,3	12,5	18,2	20,6
2024	10,2	13,4	19,8	22,7
\bar{x}	9,25	12,9	19,0	21,7
min	8,3	12,5	18,2	20,6
max	10,2	13,4	19,8	22,7
R	1,9	0,9	1,6	2,1
Середні багаторічні дані	7,1	12,5	16,4	19,6
Кількість опадів (мм) у міжфазні періоди вегетації				
2023	54,6	57,4	19,9	199,2
2024	44,3	71,5	26,1	102,4
\bar{x}	49,5	64,5	23,0	150,8
min	44,3	57,4	19,9	102,4
max	54,6	71,5	26,1	199,2
R	10,3	14,1	6,2	96,8
Середні багаторічні дані	37,0	58,0	48,0	128,0
Гідротермічний коефіцієнт 2023/2024	3,47/2,82	0,86/1,21	0,73/0,94	1,97/1,05

Примітка: \bar{x} , min, max – відповідно середнє, мінімальне та максимальне значення, R – розмах варіювання (max–min)

У період «сівба – сходи» середньодобова температура повітря у 2024 р. становила + 10,2 °С, що вище середньобогаторічні показники на 3,1 °С та супроводжувалася надлишковим рівнем зволоження – ГТК = 2,82. У міжфазний період розвитку рослин «сходи – вихід в трубку» середньодобова температура повітря була в межах середньобогаторічної – + 13,4 °С. Опадів випало – 71,5 мм, що було близьким до середньобогаторічних даних – 58,0 мм. У період «вихід у трубку – колосіння» температура повітря знаходилась на позначці + 19,8 °С, що вище середньобогаторічної норми на 3,4 °С. Опадів у міжфазний період випало лише 26,1 мм, а гідротермічний коефіцієнт знаходився на рівні – 0,94. У період «колосіння – повна стиглість» темпера-

тура повітря становила + 22,7 °С, що вище середньобогаторічних даних на 3,1 °С, опадів випало 102,4 мм, що нижче середньобогаторічної норми та характеризувалася оптимальними умовами зволоження, підтверджується показником ГТК – 1,05. За вегетаційний період 2024 р. гідротермічний коефіцієнт становив – 1,22, це відповідає оптимальному рівню зволоження.

Досліджено, що ознака «довжина колоса» характеризується чітким фенотиповим проявом, є відносно сталою, генетично обумовленою сортовою ознакою, яка добре успадковується та детермінується багатьма генами, що локалізовані майже в усіх хромосомах пшениці. При цьому має чіткий фенотиповий прояв і є зручним морфологічним

маркером для ідентифікації цінних генотипів. Абсолютні величини можуть змінюватись під впливом чинників довкілля й агротехнологій, проте відносна різниця цієї ознаки в однакових агроекологічних умовах зберігається. Тому її можна використовувати

для ідентифікації генотипів [15–17]. Встановлено, що за довжиною колоса F₁ проявили різний характер успадкування – від депресії до наддомінування, як у 2023 р. так і у 2024 р. (табл. 2).

У 2023 р. довжина колоса у F₁ пшениці

Таблиця 2. Успадкування та ступінь гетерозису за ознакою «довжина колоса» в F₁ пшениці м'якої та твердої ярої, 2023–2024 рр.

Гібридна комбінація	2023 р.				2024 р.			
	hp	*	Ht, %	Hbt, %	hp	*	Ht, %	Hbt, %
Пшениця м'яка яра								
A2 × Елегія миронівська	1,1	НД	3,1	1,0	0,9	ЧПД	1,6	0,4
Hunhux × Оксамит миронівський	0,3	ПУ	1,0	-2,0	0,6	ЧПД	1,0	-0,1
МПП Веснянка × Лінія 15-36	-0,6	ЧВУ	-1,2	-2,9	-0,3	ПУ	0,6	-1,2
Xunzhe 9 × МПП Олександра	2,1	НД	5,2	3,0	1,9	НД	4,9	2,7
Трізо × МПП Веснянка	0,5	ПУ	0,8	-0,8	0,6	ЧПД	1,7	0,5
Yaouyaan 448 × Дубравка	6,5	НД	7,9	7,1	7,0	НД	5,9	3,9
Moyin 2 × МПП Злата	1,4	НД	5,5	1,1	1,3	НД	2,6	1,2
Лінія 15-36 × Трізо	0,4	ПУ	1,2	-1,4	0,7	ЧПД	1,2	0,1
Gingchun 533 × Струна миронівська	0,9	ЧПД	1,0	-0,4	0,8	ЧПД	0,5	-0,9
Hingchun 26 × МПП Світлана	-0,4	ПУ	-0,7	-1,8	-0,2	ПУ	-0,9	-2,8
Пшениця тверда яра								
МПП Ксенія × 211 TIANES	-1,4	Д	-9,3	-11,7	-1,1	Д	-2,5	-3,5
МПП Ксенія × Neodur	0,3	ПУ	1,0	-2,8	0,4	ПУ	0,5	-1,0
МПП Ксенія × МПП Магдалена	3,5	НД	18,4	12,5	5,0	НД	4,7	4,0
МПП Магдалена × AR 84/BINTEPE 85-OY	-0,8	ЧВУ	-4,4	-5,4	-2,5	Д	-2,7	-3,7
МПП Магдалена × MUSK DUKEN	1,5	НД	1,8	0,6	3,0	НД	3,8	2,5
Леукурум 21-04 × Ярина	0,9	ЧПД	1,1	-1,8	1,1	НД	0,9	0,1
МПП Райдужна × Neodur	1,5	НД	10,4	6,5	2,0	НД	2,7	1,3
МПП Райдужна × YAZI 13	-0,7	ЧВУ	-4,0	-3,3	-0,6	ЧВУ	-2,9	-3,8
МПП Ксенія × 121 YAVAROS 79	0,7	ЧПД	1,3	0,4	0,9	ЧПД	2,0	0,6
МПП Магдалена × 030M-1X-OM	1,2	НД	1,5	0,2	1,7	НД	1,8	0,5

Примітка: hp – ступінь домінування, * – тип успадкування; Ht, % – гіпотетичний гетерозис; Hbt, % – істинний гетерозис; НД – над домінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія.

пшениці м'якої ярої змінювалася від 8,1 см (МПП Веснянка × Лінія 15-36, hp = -0,6) до 10,4 см (Yaouyaan 448 × Дубравка, hp = 6,5), а у твердої ярої від 6,5 см (МПП Ксенія × 211 TIANES, hp = -1,4) до 7,6 см (МПП Ксенія × МПП Магдалена, hp = 3,5). У двох з 10 гібридів пшениці м'якої ярої виявлено довгий колос (10,0–10,4 см), а решта формували його на рівні 8,1–9,8 см, у твердої ярої – був колос середньої довжини у всіх досліджуваних гібридів (6,5–7,6 см). Слід відмітити, що батьківські форми, які мали колос середньої довжини, переважно передавали ознаку F₁ за типом часткового позитивного домінування

та проміжного успадкування. Ступінь фенотипового домінування за ознакою «довжина колоса» у F₁ пшениці м'якої ярої змінювався від -0,6 до 6,5, що відповідає типу від часткового від'ємного успадкування до наддомінування, а у пшениці твердої ярої від -1,4 до 3,5 – від депресії до наддомінування. Установлено, що F₁ пшениці м'якої ярої успадкували ознаку переважно за типом наддомінування та проміжного успадкування. Наддомінування (hp = 1,1–6,5) спостерігали у чотирьох гібридних комбінаціях у яких і виявлено позитивне значення гіпотетичного (Ht = 3,1–7,9 %) та істинного (Hbt = 1,0–7,1 %) та істинного (Hbt = 1,0–7,1 %)

гетерозису, це дозволяє прогнозувати у наступних поколіннях появу трансгресивних форм. Від'ємні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису встановлено у гібридів пшениці м'якої та твердої ярої, де ступінь фенотипового домінування характеризувався проміжним типом успадкування (Hingchun 26 × МПП Світлана, $h_p = -0,4$), частковим від'ємним успадкуванням (МПП Веснянка × Лінія 15-36, $h_p = -0,6$; МПП Райдужна × YAZI 13, $h_p = -0,7$; МПП Магдалена × AR 84/BINTEPE 85-OY, $h_p = -0,8$) та депресією (МПП Ксенія × 211 TIANES, $h_p = -1,4$). У 2024 р. характер успадкування ознаки значно не відрізнявся від 2023 р. Наддомінування відмічено у трьох комбінаціях пшениці м'якої ярої та п'яти – твердої ярої, у них встановлено позитивні значення гіпотетичного ($H_t = 2,6-5,9\%$; $0,9-4,7\%$ відповідно) і істинного ($H_{bt} = 1,2-3,9\%$; $0,1-4,0\%$ відповідно) гетерозису. Найвищі показники наддомінування спостерігали у гібридних комбінаціях пшениці м'якої ярої Yaouyaan 448 × Дубравка ($h_p = 7,0$) та твердої ярої МПП Ксенія × МПП Магдалена ($h_p = 5,0$). Часткове позитивне домінування виявлено тільки в одній комбінації пшениці твердої ярої – МПП Ксенія × 121 YAVAROS 79, $h_p = 0,9$, де встановлено позитивне значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису ($H_t = 2,0\%$; $H_{bt} = 0,6\%$). Прояв депресії був характерним для двох гібридних комбінацій МПП Ксенія × 211 TIANES, $h_p = -1,1$ та МПП Магдалена × AR 84/BINTEPE 85-OY, $h_p = -2,5$, у той час як у F_1 пшениці м'якої ярої переважав тип успадкування – часткове позитивне домінування. Отже, найпоширенішим типом успадкування довжини колоса у роки досліджень було наддомінування та часткове позитивне домінування. Впродовж 2023–2024 рр. стабільно простежували ефект гетерозису у трьох комбінаціях F_1 пшениці м'якої ярої: Xunzhe 9 × МПП Олександра, Yaouyaan 448 × Дубравка, Moyin 2 × МПП Злата та у чотирьох – у твердої ярої: МПП Ксенія × МПП Магдалена, МПП Магдалена × MUSK DUKEN, МПП Райдужна × Neodur, МПП Магдалена × 030M-1X-OM, які мали позитивні значення гіпотетичного та істинного гетерозису. Це свідчить про значний генетичний потенціал вищевказаних гібридів.

Вивчення ступеня фенотипового домі-

нування за ознакою «кількість колосків у колосі» у гібридів першого покоління пшениці м'якої та твердої ярої, одержаних від внутрішньовидових схрещувань зразків різного еколого-географічного походження, засвідчило, що ступінь успадкування у різні роки досліджень змінювався від депресії до наддомінування (табл. 3).

Відомо, що ознака «кількість колосків у колосі» має високу успадковувальність, тому ця ознака є достатньо важливою, як показник для селекції на продуктивність. Чим більше колосків у колосі, тим, як правило, вищою є продуктивність та характеризується значною константністю, має меншу мінливість порівняно з іншими ознаками, тому більш важлива у селекції. Маючи генетичну детермінацію даний показник піддається впливу умов вирощування і тому залежить від метеорологічних факторів [18]. У батьківських форм кількість колосків у колосі за роки досліджень, варіювала від 14,0 шт., у зразка пшениці м'якої ярої Hingchun 26 до 18,2 шт. – у Дубравка, а у твердої ярої – від 12,6 шт. – у 211 TIANES до 15,8 шт. – у МПП Магдалена. У F_1 , залежно від року дослідження, значення ознаки знаходилася в межах: від 14,3 шт. (Hingchun 26 × МПП Світлана) до 19,1 шт. (Yaouyaan 448 × Дубравка) для пшениці м'якої ярої, а твердої ярої – від 13,0 шт. – у МПП Ксенія × 211 TIANES до 16,3 шт. – у МПП Магдалена × MUSK DUKEN – у 2023 р.; від 14,8 шт. (МПП Веснянка × Лінія 15-36) до 19,2 шт. (Xunzhe 9 × МПП Олександра) – для пшениці м'якої ярої, а твердої ярої – від 13,3 шт. – у МПП Магдалена × AR 84/BINTEPE 85-OY до 16,6 шт. – у МПП Ксенія × МПП Магдалена – у 2024 р. У 2023 р. максимальну кількість колосків (17,9–19,1 шт.) сформували гібриди пшениці м'якої ярої: Yaouyaan 448 × Дубравка, $h_p = 2,4$; Xunzhe 9 × МПП Олександра, $h_p = 2,1$ та твердої ярої: МПП Ксенія × МПП Магдалена, $h_p = 2,3$; МПП Магдалена × MUSK DUKEN, $h_p = 1,9$; МПП Райдужна × Neodur, $h_p = 1,7$. Позитивне значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису мали 40,0 % гібридних комбінацій пшениці м'якої ярої та 60,0 % – твердої ярої з типом успадкування від часткового позитивного домінування до наддомінування. Гібридні комбінації, які характеризувалися проміжним, частковим від'ємним

Таблиця 3. Успадкування та ступінь гетерозису за ознакою «кількість колосків у колосі» в F₁ пшениці м'якої та твердої ярої, 2023–2024 рр.

Гібридна комбінація	2023 р.				2024 р.			
	hp	*	Ht, %	Hbt, %	hp	*	Ht, %	Hbt, %
Пшениця м'яка яра								
A2 × Елегія миронівська	0,9	ЧПД	1,1	0,3	0,8	ЧПД	1,0	0,1
Hunhux × Оксамит миронівський	0,2	ПУ	0,3	-2,0	0,6	ЧПД	0,8	0,1
МПП Веснянка × Лінія 15-36	-0,8	ЧВУ	-1,4	-3,2	-0,9	ЧВУ	-2,6	-4,2
Xunzhe 9 × МПП Олександра	2,1	НД	3,2	2,4	2,3	НД	5,1	2,1
Трізо × МПП Веснянка	-0,3	ПУ	-0,7	-2,8	0,1	ПУ	0,7	-0,5
Yaouyaan 448 × Дубравка	2,4	НД	3,9	2,1	1,9	НД	3,9	1,9
Moyin 2 × МПП Злата	0,8	ЧПД	1,0	0,1	1,1	НД	2,0	0,7
Лінія 15-36 × Трізо	-0,4	ПУ	-1,0	-2,4	0,5	ПУ	0,3	0,1
Gingchun 533 × Струна миронівська	0,3	ПУ	0,2	-0,9	0,1	ПУ	0,3	-0,7
Hingchun 26 × МПП Світлана	-1,7	Д	-2,7	-9,8	-1,2	Д	-1,9	-8,8
Пшениця тверда яра								
МПП Ксенія × 211 TIANES	-1,7	Д	-10,3	-14,7	-1,5	Д	-5,5	-9,5
МПП Ксенія × Neodur	0,6	ЧПД	1,8	1,0	0,5	ПУ	0,4	-1,1
МПП Ксенія × МПП Магдалена	2,3	НД	12,4	7,5	4,2	НД	3,7	2,1
МПП Магдалена × AR 84/BINTEPE 85-OY	-1,3	Д	-5,4	-9,4	-2,8	Д	-4,7	-7,7
МПП Магдалена × MUSK DUKEN	1,9	НД	2,8	1,6	2,1	НД	2,8	1,5
Леукурум 21-04 × Ярина	0,8	ЧПД	1,0	0,7	1,1	НД	0,6	0,1
МПП Райдужна × Neodur	1,7	НД	11,4	5,5	2,2	НД	3,7	1,8
МПП Райдужна × YAZI 13	-0,9	ЧВУ	-4,5	-3,9	-0,8	ЧВУ	-3,1	-2,8
МПП Ксенія × 121 YAVAROS 79	0,3	ПУ	0,3	-0,4	0,4	ПУ	0,4	-0,3
МПП Магдалена × 030M-1X-OM	0,7	ЧПД	1,0	0,2	0,8	ЧПД	1,1	0,3

Примітка: hp – ступінь домінування; * – тип успадкування; Ht, % – гіпотетичний гетерозис; Hbt, % – істинний гетерозис; НД – над домінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія.

успадкуванням і депресією, мали від'ємні значення гетерозису. У 2024 р. у гібридів першого покоління пшениці м'якої ярої виявлено наступні типи фенотипового домінування: у трьох комбінацій спостерігали наддомінування, у двох – часткове позитивне домінування, у трьох – проміжне успадкування, в однієї – часткове від'ємне успадкування, в однієї – депресію, а у твердої ярої – у чотирьох комбінацій спостерігали наддомінування, в однієї – часткове позитивне домінування, у двох – проміжне успадкування, в однієї – часткове від'ємне успадкування, у двох – депресію. Комбінації пшениці ярої, які проявили часткове позитивне домінування та над домінування, мали позитивне значення гіпотетичного та істинного гетерозису, а комбінації з проміжним (за виключенням комбінації пшениці м'якої ярої Лінія 15-36 × Трізо), частковим від'ємним ус-

падкуванням і депресією – від'ємне. Таким чином, за ознакою «кількість колосків у колосі» в F₁ пшениці ярої спостерігали різний ступінь фенотипового домінування, що свідчить про значну їх диференціацію. Успадкування за типом наддомінування в 2023–2024 рр. виявлено у гібридних комбінаціях пшениці м'якої ярої: Xunzhe 9 × МПП Олександра, Yaouyaan 448 × Дубравка та твердої ярої: МПП Ксенія × МПП Магдалена, МПП Магдалена × MUSK DUKEN, МПП Райдужна × Neodur, що становить особливу цінність для селекційної роботи.

Дослідженнями багатьох вчених доведено, що ознака «кількість зерен з колоса» є найбільш стабільною ознакою і саме тому необхідно вести відбір за цим показником. Успадкування ознаки «кількість зерен у колосі» більш достовірне, однак залежить від чинників навколишнього середовища, особ-

ливо від метеорологічних умов. Ознака обумовлена спадковістю і може поліпшуватись селекційним способом та рекомендується як критерій для добору вихідного матеріалу [19,

20]. Виокремлено різні типи успадкування та ступінь гетерозису за ознакою «кількість зерен у колосі» у гібридів пшениці м'якої та твердої ярої (табл. 4).

Таблиця 4. Успадкування та ступінь гетерозису за ознакою «кількість зерен у колосі» в F₁ пшениці м'якої та твердої ярої, 2023–2024 рр.

Гібридна комбінація	2023 р.				2024 р.			
	hp	*	Ht, %	Hbt, %	hp	*	Ht, %	Hbt, %
Пшениця м'яка яра								
A2 × Елегія миронівська	0,4	ПУ	0,2	-0,3	0,6	ЧПД	0,9	0,1
Hunhux × Оксамит миронівський	-0,2	ПУ	-0,4	-2,6	0,1	ПУ	0,4	-0,5
МПП Веснянка × Лінія 15-36	-1,8	Д	-4,4	-7,2	-0,8	ЧВУ	-2,4	-4,0
Xunzhe 9 × МПП Олександра	1,7	НД	3,0	2,1	2,1	НД	4,9	2,0
Трізо × МПП Веснянка	-0,4	ПУ	-0,9	-3,1	0,2	ПУ	0,9	-0,2
Yaouyaan 448 × Дубравка	2,0	НД	3,4	1,5	1,8	НД	3,6	1,6
Moyin 2 × МПП Злата	0,9	ЧПД	1,1	0,3	1,4	НД	2,2	1,1
Лінія 15-36 × Трізо	-0,6	ЧВУ	-1,3	-2,9	0,5	ПУ	0,5	0,1
Gingchun 533 × Струна миронівська	0,5	ПУ	0,3	-0,4	0,7	ЧПД	0,9	0,3
Hingchun 26 × МПП Світлана	-1,9	Д	-2,9	-11,8	-1,4	Д	-2,2	-7,8
Пшениця тверда яра								
МПП Ксенія × 211 TIANES	-1,9	Д	-11,3	-16,7	-1,7	Д	-5,9	-10,5
МПП Ксенія × Neodur	0,8	ЧПД	2,8	1,2	0,5	ПУ	0,3	-1,0
МПП Ксенія × МПП Магдалена	2,0	НД	10,4	6,5	3,1	НД	3,0	1,5
МПП Магдалена × AR 84/VINTEPE 85-OY	-1,5	Д	-6,4	-11,2	-1,8	Д	-2,7	-8,3
МПП Магдалена × MUSK DUKEN	1,1	НД	1,8	1,0	1,4	НД	2,0	1,2
Лекурум 21-04 × Ярина	0,9	ЧПД	1,1	0,7	1,2	НД	0,8	0,2
МПП Райдужна × Neodur	1,8	НД	12,4	6,5	1,7	НД	3,0	1,1
МПП Райдужна × YAZI 13	-0,7	ЧВУ	-4,1	-3,3	-0,6	ЧВУ	-3,1	-2,4
МПП Ксенія × 121 YAVAROS 79	0,4	ПУ	0,6	-0,1	0,5	ПУ	0,7	-0,1
МПП Магдалена × 030M-1X-OM	0,5	ПУ	0,2	-0,3	0,7	ЧПД	1,0	0,3

Примітка: hp – ступінь домінування; * – тип успадкування; Ht, % – гіпотетичний гетерозис; Hbt, % – істинний гетерозис; НД – над домінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія.

У 2023 р. характер успадкування ознаки «кількість зерен у колосі» у гібридів пшениці ярої варіював від депресії до наддомінування. Наддомінування відмічено у двох комбінаціях (Yaouyaan 448 × Дубравка, hp = 2,0; Xunzhe 9 × МПП Олександра, hp = 1,7) пшениці м'якої ярої та у трьох (МПП Ксенія × МПП Магдалена, hp = 2,0; МПП Райдужна × Neodur, hp = 1,8; МПП Магдалена × MUSK DUKEN, hp = 1,1) твердої ярої, у них виявлено позитивні значення гіпотетичного та істинного гетерозису. Найвищі їх показники були у комбінації пшениці твердої ярої МПП Райдужна × Neodur (Ht = 12,4 %; Hbt = 6,5 %). Часткове позитивне домінування відмічено в одній комбінації пшениці м'якої

ярої та у двох – твердої ярої, де виявлено позитивні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису. Прояв депресії встановлено у гібридних комбінаціях (Hingchun 26 × МПП Світлана, hp = -1,9; МПП Веснянка × Лінія 15-36, hp = -1,8) пшениці м'якої ярої та у комбінаціях (МПП Ксенія × 211 TIANES, hp = -1,9; МПП Магдалена × AR 84/VINTEPE 85-OY, hp = -1,5) твердої ярої з від'ємними значеннями гіпотетичного і істинного гетерозису. В умовах 2024 р. F₁ пшениці м'якої та твердої ярої сформували більшу кількість зерен у колосі порівняно з 2023 р. Установлено, що ступінь фенотипового домінування незначно відрізнявся за роки досліджень. Наддомінування виявлено

у трьох гібридних комбінацій ($h_p = 1,4-2,1$) пшениці м'якої ярої та у чотирьох ($h_p = 1,2-3,1$) – твердої ярої, у них відмічено позитивні значення гіпотетичного ($H_t = 0,8-4,9\%$) і істинного ($H_{bt} = 0,2-2,0\%$) гетерозису. Часткове позитивне домінування спостерігали у двох комбінаціях (A2 × Елегія миронівська, $h_p = 0,6$; Gingchun 533 × Струна миронівська, $h_p = 0,7$) пшениці м'якої ярої та в одній твердої ярої (МПП Магдалена × 030M-1X-OM, $h_p = 0,7$), для них характерним було позитивне значення гіпотетичного та істинного гетерозису. Від'ємні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису мали комбінації, які проявили часткове від'ємне успадкування та депресію. Особливу цінність мають гібридні комбінації (Хунзхе 9 × МПП Олександра, Yaouyaan 448 × Дубравка) пшениці м'якої ярої та твердої ярої (МПП Ксенія × МПП Магдалена, МПП Магдалена × MUSK DUKEN, МПП Райдужна × Neodur), в яких наддомінування простежували з року в рік з

позитивним значенням гіпотетичного та істинного гетерозису.

Маса зерна з колоса є важливим елементом структури урожайності, має достатньо високу успадкованість, трансгресивну мінливість, що ставить цю ознаку в ранг найбільш важливих для досліджень та проведення доборів у якості маркера продуктивності в селекційних розсадниках [21]. За результатами структурного аналізу 2023–2024 рр. встановлено, що ступінь фенотипового домінування в F_1 варіював від депресії до наддомінування (табл. 5). У середньому за період досліджень, «маса зерна з колоса» батьківських форм пшениці м'якої ярої знаходилася в межах від 1,37 г до 1,75 г, а у твердої ярої – від 1,42 г до 1,88 г, що свідчить про диференціацію як у межах генотипу, так і за роками вивчення. Найбільшу середню масу зерна з колоса F_1 сформували у 2024 р. (1,56 г), а в умовах 2023 р. показник був нижчим (1,44 г).

Таблиця 5. Успадкування та ступінь гетерозису за ознакою «маса зерна з колоса» в F_1 пшениці м'якої та твердої ярої, 2023–2024 рр.

Гібридна комбінація	2023 р.				2024 р.			
	h_p	*	$H_t, \%$	$H_{bt}, \%$	h_p	*	$H_t, \%$	$H_{bt}, \%$
Пшениця м'яка яра								
A2 × Елегія миронівська	-0,3	ПУ	-0,3	-1,8	0,6	ЧПД	0,8	0,3
Hunhux × Оксамит миронівський	-0,6	ЧВУ	-2,4	-7,6	0,2	ПУ	0,5	-0,7
МПП Веснянка × Лінія 15-36	-2,2	Д	-6,4	-11,2	-0,6	ЧВУ	-1,4	-3,3
Хунзхе 9 × МПП Олександра	1,2	НД	2,1	1,6	2,0	НД	4,2	1,8
Трізо × МПП Веснянка	-0,5	ПУ	-1,1	-4,1	0,1	ПУ	0,4	-0,1
Yaouyaan 448 × Дубравка	2,2	НД	3,7	1,8	2,8	НД	5,6	3,6
Moyn 2 × МПП Злата	0,7	ЧПД	1,0	0,3	1,2	НД	2,0	0,8
Лінія 15-36 × Трізо	-0,8	ЧВУ	-2,3	-4,9	0,6	ЧПД	0,7	0,2
Gingchun 533 × Струна миронівська	-0,6	ЧВУ	-4,3	-6,4	0,4	ПУ	0,3	-0,4
Hingchun 26 × МПП Світлана	-2,5	Д	-4,9	-12,8	-1,8	Д	-3,2	-8,7
Пшениця тверда яра								
МПП Ксенія × 211 TIANES	-2,2	Д	-13,3	-18,7	-1,8	Д	-6,9	-11,5
МПП Ксенія × Neodur	0,9	ЧПД	2,9	1,5	0,6	ЧПД	0,7	0,3
МПП Ксенія × МПП Магдалена	1,3	НД	5,4	3,5	3,0	НД	2,7	1,1
МПП Магдалена × AR 84/BINTEPE 85-OY	-3,5	Д	-9,4	-13,2	-2,2	Д	-2,9	-9,2
МПП Магдалена × MUSK DUKEN	1,4	НД	2,9	1,1	1,1	НД	1,3	0,9
Леукурум 21-04 × Ярина	0,7	ЧПД	1,0	0,6	1,1	НД	0,9	0,2
МПП Райдужна × Neodur	2,8	НД	14,4	6,9	2,7	НД	11,0	5,1
МПП Райдужна × YAZI 13	0,3	ПУ	-0,2	-2,3	-0,7	ЧВУ	-3,2	-2,5
МПП Ксенія × 121 YAVAROS 79	0,6	ЧПД	0,9	0,2	0,5	ПУ	0,7	-0,2
МПП Магдалена × 030M-1X-OM	0,7	ЧПД	0,9	0,3	0,9	ЧПД	1,3	0,8

Примітка: h_p – ступінь домінування; * – тип успадкування; $H_t, \%$ – гіпотетичний гетерозис; $H_{bt}, \%$ – істинний гетерозис; НД – над домінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія.

У 2023 р. за ознакою «маса зерна з колоса» найбільшу селекційну цінність становили гібридні комбінації пшениці м'якої ярої Yaouyaan 448 × Дубравка, $h_r = 2,2$; Xunzhe 9 × МПП Олександра, $h_r = 1,2$ та твердої ярої – МПП Райдужна × Neodur, $h_r = 2,8$; МПП Магдалена × MUSK DUKEN, $h_r = 1,4$; МПП Ксенія × МПП Магдалена, $h_r = 1,3$, які проявили наддомінування з позитивними значеннями гіпотетичного та істинного гетерозису. Найменш цінними були поєднання батьківських форм у гібридів пшениці твердої ярої МПП Ксенія × 211 TIANES, МПП Магдалена × AR 84/BINTEPE 85-OY та м'якої ярої – МПП Веснянка × Лінія 15-36, Hingchun 26 × МПП Світлана 1, у яких успадкування значення ознаки мало від'ємні значення гіпотетичного та істинного гетерозису. Часткове позитивне домінування виявлено в однієї комбінації (Moyn 2 × МПП Злата, $h_r = 0,7$) пшениці м'якої ярої та у чотирьох (МПП Ксенія × Neodur, $h_r = 0,9$; Леукурум 21-04 × Ярина, $h_r = 0,7$; МПП Магдалена × 030M-1X-OM, $h_r = 0,7$; МПП Ксенія × 121 YAVAROS 79, $h_r = 0,6$) – твердої ярої, з позитивним значенням гіпотетичного та істинного гетерозису. Проміжний тип успадкування встановлено в однієї комбінації пшениці м'якої ярої ($h_r = -0,3$) та однієї – твердої ярої ($h_r = 0,3$) з від'ємним значенням гіпотетичного ($H_t = -0,2$ – $-0,3$ %) і істинного ($H_{bt} = -1,8$ – $-2,3$ %) гетерозису. В умовах 2024 р., для якого характерним був достатній рівень зволоження, виявлено різні типи успадкування від депресії до наддомінування. Найвищі значення гіпотетичного та істинного гетерозису відмічено у комбінацій пшениці м'якої ярої Xunzhe 9 × МПП Олександра, Yaouyaan 448 × Дубравка, Moyn 2 × МПП Злата та твердої ярої – МПП Ксенія × МПП Магдалена, МПП Магдалена × MUSK DUKEN, МПП Райдужна × Neodur. Проміжний тип успадкування визначено у 30,0 % гібридів пшениці м'якої ярої, зі ступенем фенотипового домінування від 0,1 до 0,4 у комбінаціях Hunhux × Оксамит миронівський, Трізо × МПП Веснянка, Hingchun 533 × Струна миронівська та у 10,0 % – твердої ярої МПП Ксенія × 121 YAVAROS 79. Найменш поширеним типом успадкування ознаки «маса зерна з колоса» у гібридів пшениці м'якої ярої було часткове від'ємне успадкування та депресія, а у твер-

дої ярої – проміжний тип та часткове від'ємне успадкування. Однак слід відмітити, що гібридні комбінації пшениці твердої ярої МПП Ксенія × 211 TIANES, МПП Магдалена × AR 84/BINTEPE 85-OY та м'якої ярої Hingchun 26 × МПП Світлана проявили депресію у 2023, 2024 рр. і мали від'ємні значення гіпотетичного та істинного гетерозису. Виділено гібридні комбінації пшениці ярої, за якими упродовж років вивчення, успадкування ознаки відбувалося за типом наддомінування та часткового позитивного домінування і, як результат, формувалась висока продуктивність колоса – Xunzhe 9 × МПП Олександра, Yaouyaan 448 × Дубравка, Moyn 2 × МПП Злата, МПП Ксенія × МПП Магдалена, МПП Магдалена × MUSK DUKEN, МПП Райдужна × Neodur, МПП Магдалена × 030M-1X-OM.

Отже, одним з найефективніших способів розширення генетичної мінливості є залучення до гібридизації екологічно і географічно віддалених форм пшениці. За таких умов майбутні сорти можуть ефективно пристосовуватись до умов навколишнього середовища конкретного регіону і забезпечувати досить високу реалізацію генетичного потенціалу продуктивності агрофітоценозу. При цьому залучення зразків різних екологічних груп сприяє розширенню формотворення і добору цінних рекомбінантів [17].

Висновки. Встановлено успадкування і прояв гетерозису ознак продуктивності у гібридів першого покоління отриманих від схрещування зразків різного еколого-географічного походження пшениці м'якої та твердої ярої. Виявлено, що показники елементів продуктивності колоса мали різні типи успадкування від депресії до наддомінування залежно як від підбору пар для гібридизації, так і від умов року. За окремими комбінаціями схрещування спостерігали як наддомінування і гібридну депресію, так і істинний та гіпотетичний гетерозис. Позитивний ступінь гетерозису за елементами продуктивності можна пояснити впливом батьківських компонентів, правильним підходом до їх вибору з урахуванням особливостей формування кількісних ознак. За досліджуваними ознаками невдалими виявились поєднання батьківських форм у гібридних комбінаціях пшениці твердої ярої МПП Ксенія × 211 TIANES, МПП Магдалена × AR 84/BINTEPE 85-OY та

м'якої ярої Hingshun 26 × МП Світлана, МП Веснянка × Лінія 15-36, внаслідок чого спостерігали депресію та часткове від'ємне успадкування, а ступінь істинного та гіпотетичного гетерозису мав від'ємні значення. За рівнем прояву позитивного гетерозису виділено комбінації пшениці м'якої ярої Хунзхе 9 ×

МП Олександра, Yaouyaan 448 × Дубравка, Moyn 2 × МП Злата та твердої ярої МП Ксенія × МП Магдалена, МП Магдалена × MUSK DUKEN, МП Райдужна × Neodur, МП Магдалена × 030M-1X-OM, що свідчить про значний генетичний потенціал вищевказаних гібридів.

Використана література

1. Haridy M. H. Combining ability in F₁ generation for diallel crosses for yield and yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal Plant Production*. 2017. Vol. 8, No. 12. P. 1417–1420. DOI: 10.21608/jpp.2017.42021.
2. Lozinskyi M., Ustynova H., Grabovska T., Kumanska Yu., Horodetskyi O. Manifestation of heterosis and degree of phenotypic dominance by the number of grains from the main ear in the hybridisation of different early-maturing varieties of soft winter wheat. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, No. 11. P. 28–37. DOI: 10.48077/scihor.24(11).2021.28–37.
3. Shcherbakova Y. U. Inheritance of economically valuable characteristics in intervarious hybrids of wheat in soft winter under forest steppe. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2021. No. 55, Vol. 2. P. 16–20. https://nor-ijournal.com/wp-content/uploads/2023/09/NJD_55_2.pdf
4. Мазур О. В., Мазур О. В., Лозінський М. В. Селекція та насінництво польових культур: навч. посіб. Вінниця: ТВОРИ, 2020. 348 с.
5. Лозінський М. В., Устинова Г. Л. Успадкування в F₁ і трансгресивна мінливість в F₂ довжини головного колосу за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2020. Вип. 2. С. 70–78. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-70-78
6. Padmanaban S., Zhang P., Hare R. A., Sutherland M. W., Martin A. Pentaploid wheat hybrids: applications, characterisation, and challenges. *Frontiers in Plant Science*. 2017. No. 8. Article 358. DOI: 10.3389/fpls.2017.00358
7. Han Y-y, Wang K-y, Liu Z-q, Pan S-h, Zhao X-y, Zhang Q., Wang S-f. Research on hybrid crop breeding information management system based on combining ability analysis. *Sustainability*. 2020. Vol. 12 (12). P. 1–16. <https://doi.org/10.3390/su12124938>. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/4938>
8. Чернобай С. В., Рябчун В. К., Мельник В. С. Колекція ярого тритикале як джерело вихідного матеріалу для селекції. *Генетичні ресурси рослин*. 2023. № 33. С. 69–79. DOI: 10.36814/pgr.2023.33.07
9. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик. 3-тє вид., пер. і доп. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 82 с.
10. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М. та ін. Методика селекційного експерименту (у рослинництві). Харків: Видавництво Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2014. 229 с.
11. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol. 35. P. 303–321.
12. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State J. Sci.* 1965. Vol. 39, No. 3. P. 345–348.
13. Matzinger D. F., Mannand T. J., Cockerham C. C. Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. 1962. No. 2. P. 238–286.
14. Fonseca S., Patterson F. L. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*. 1968. Vol. 8, No. 1. P. 85–88.
15. Patel N. A., Dholariya N. D., Delyadiya I. R., Akbari V. R. Genetic analysis of grain yield, its components and quality characters in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) over environments. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. P. 523–532. DOI: 10.18782/2320-7051.6196
16. Dragov R. Heterosis manifestations for spike productivity traits in durum wheat. *Agricultural Science and Technology*. 2019. Vol. 11, No. 4. P. 300–306. DOI: 10.15547/ast.2019.04.050
17. Diordiieva I., Riabovol I., Riabovol L. Triticale breeding improvement by the intraspecific and remote hybridization. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (4). P. 67–71. DOI: 10.15421/2020_169
18. Любич В. В. Сучасні досягнення круп'яного виробництва. *Вісник Уманського НУС*. 2021. № 1. С. 78–82. DOI: 10.31395/2310-0478-2021-1-71-76
19. Tsenov N., Gubatov T., Yanchev I. Correlations between grain yield and related traits in winter wheat under multi environmental traits. *Agricultural Science and Technology*. 2020. No. 12. P. 295–300. DOI: 10.15547/ast.2020.04.047
20. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Гуцалюк Н. В., Крицька М. О., Прелипов Р. А., Бакуменко О. М. Трансгресивна мінливість кількості зерен головного колосу у популяціях F₂ за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 95–105. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-95-105
21. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Ображій С. В., Діхтяренко В. М. Особливості успадкування маси зерна головного колосу за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Аграрні інновації*. 2021. № 9. С. 61–68. DOI: 10.32848/agrar.innov.2021.9.10

References

1. Haridy, M. H. (2017). Combining ability in F_1 generation for diallel crosses for yield and yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal Plant Production*, 8 (12), 1417–1420. DOI: 10.21608/jpp.2017.42021.
2. Lozinskyi, M., Ustynova, H., Grabovska, T., Kuman-ska, Yu., Horodetskyi, O. (2021). Manifestation of heterosis and degree of phenotypic dominance by the number of grains from the main ear in the hybridisation of different early-maturing varieties of soft winter wheat. *Scientific Horizons*, 24 (11), 28–37. DOI: 10.48077/scihor.24(11).2021.28–37.
3. Shcherbakova, Y. U. (2021). Inheritance of economically valuable characteristics in intervarious hybrids of wheat in soft winter under forest steppe. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 55 (2), 16–20. https://nor-ijournal.com/wp-content/uploads/2023/09/NJD_55_2.pdf
4. Mazur, O. V., Mazur, O. V., Lozinskyi, M. V. (2020). *Selektsiia ta nasimnytstvo polovykh kultur* [Plant breeding and seed growing of field crops]. Vinnytsia: TVORY. [in Ukrainian]
5. Lozinskyi, M., Ustinova, H. (2020). Inheritance in F_1 and transgressive variability in F_2 of the main ear length by crossing wheat varieties with different maturity. *Agrobiologiâ* [Agrobiology], 2, 70–78. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-70-78 [in Ukrainian]
6. Padmanaban, S., Zhang, P., Hare, R. A., Sutherland, M. W., Martin, A. (2017). Pentaploid wheat hybrids: applications, characterisation, and challenges. *Frontiers in Plant Science*, 8. Article 358. DOI: 10.3389/fpls.2017.00358
7. Han, Y-y, Wang, K-y, Liu, Z-q, Pan, S-h, Zhao, X-y, Zhang, Q., Wang, S-f. (2020). Research on hybrid crop breeding information management system based on combining ability analysis. *Sustainability*, 12 (12), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su12124938>. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/4938>
8. Chernobai, S. V., Riabchun, V. K., Melnyk, V. S. (2023). Spring triticale collection as a source of starting materials for breeding. *Genetični resursi roslyn* [Plant Genetic Resources], 33, 69–79. DOI: 10.36814/pgr.2023.33.07 [in Ukrainian]
9. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovukh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini* [Methodology for the qualification examination of plant varieties of grain, groats, and legume crops for suitability for distribution in Ukraine] (3rd ed., rev. and enl.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
10. Ermantraut, E. P., Hoptsi, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Turchynova, N. P., Prysiazhniuk, O. I. (2014). *Metodyka selektsiinoho eksperimentu (u roslynnytstvi)* [Methods of breeding experiment (in plant science)]. Kharkiv: Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev Press. [in Ukrainian]
11. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303–321.
12. Beil, G. M., Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State J. Sci*, 39 (3), 345–348.
13. Matzinger, D. F., Mannand, T. J., Cockerham, C. C. (1962). Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*, 2, 238–286.
14. Fonseca, S., Patterson, F. L. (1968). Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*, 8 (1), 85–88.
15. Patel, N. A., Dholariya, N. D., Delvadiya, I. R., Akbari, V. R. (2018). Genetic analysis of grain yield, its components and quality characters in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) over environments. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 6 (2), 523–532. DOI: 10.18782/2320-7051.6196
16. Dragov, R. (2019). Heterosis manifestations for spike productivity traits in durum wheat. *Agricultural Science and Technology*, 11(4). 300–306. DOI: 10.15547/ast.2019.04.050
17. Diordiieva, I., Riabovol, I., Riabovol, L. (2020). Triticale breeding improvement by the intraspecific and remote hybridization. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (4), 67–71. DOI: 10.15421/2020_169
18. Liubych, V. V. (2021). Modern achievements of cereal production. *Visnik Umanskogo nacionalnogo universitetu sadivnictva* [Bulletin of Uman National University of Horticulture], 1, 78–82. DOI: 10.31395/2310-0478-2021-1-71-76
19. Tsenov, N., Gubatov, T., Yanchev, I. (2020). Correlations between grain yield and related traits in winter wheat under multi environmental traits. *Agricultural Science and Technology*, 12, 295–300. DOI: 10.15547/ast.2020.04.047
20. Lozinskyi, M., Ustinova, H., Gutsaliuk, N., Kritskaia, M., Prelypov, R., Bakumenko, O. (2021). Transgressive variability of the main ear grains number in F_2 populations in hybridization of soft winter wheat varieties that differ in early ripening. *Agrobiologiâ* [Agrobiology], 2, 95–105. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-95-105 [in Ukrainian]
21. Lozinskyi, M. V., Ustynova, H. L., Obrazhii, S. V., Dikhtiarenko, B. M. (2021). Peculiarities of inheritance of grain weight of the main ear during hybridization of different early-maturing varieties of soft winter wheat. *Agrarni innovacii* [Agrarian Innovations], 9, 61–68. DOI: 10.32848/agra.innov.2021.9.10 [in Ukrainian]

UDC 633.11“321”:575.222.7(292.485:477)

Fedorenko, M. V., Fedorenko, I. V., Blyzniuk, R. M. Manifestation of the main quantitative traits of productivity in F_1 hybrids of bread and durum spring wheat in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Grain Crops*. 2025. 9 (1). 56–67.

The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat NAAS, Tsentralne village, Obukhiv district, Kyiv region, 08853, Ukraine

Topicality. Studying the nature of the inheritance of productivity traits, the heterosis degree in hybrids of the first generation of bread and durum spring wheat is an urgent task for developing high-yielding varie-

ties, as well as for predicting the selection and genetic effect of crosses. **Purpose.** To establish the degree of phenotypic dominance and the heterosis degree in terms of productivity in F₁ hybrids of spring wheat. **Materials and methods.** The research was conducted at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS of Ukraine in 2023–2024. There were studied 20 hybrid combinations obtained by crossing spring wheat samples of different ecological and geographical origin. Laboratory-field and mathematical-statistical methods were used. **Results.** It was found that overdominance and partial positive dominance were the most common types of inheritance of the trait “spike length” in F₁ hybrids of spring wheat during the years of the research. For the trait “number of spikelets per spike”, different degrees of phenotypic dominance, which indicates their significant differentiation, were observed. Based on the traits “number of grains per spike” and “grain weight per spike”, we identified combinations in which inheritance occurred by the type of overdominance and partial positive dominance, and as a result, high productivity of the spike was formed during the years of study. **Conclusions.** Characteristics of productivity elements of ears in F₁ hybrids obtained from crossing samples of different ecological and geographical origin of spring wheat had different types of inheritance (from depression to overdominance), depending on the selection of pairs for hybridisation and on the conditions of the year. The most unsuccessful combinations of parental forms were found in combinations of durum spring wheat MIP Kseniia × 211 TIANES, MIP Mahdalena × AR 84/BINTEPE 85-OY and bread spring wheat Hingchun 26 × MIP Svitlana, MIP Vesnianka × Line 15-36, resulting in depression and partial negative inheritance, and the degree of true and hypothetical heterosis had negative values. By the level of manifestation of positive heterosis, the combinations of bread spring wheat Xunzhe 9 × MIP Oleksandra, Yaouyaan 448 × Dubravka, Moyin 2 × MIP Zlata and durum spring wheat MIP Kseniia × MIP Mahdalena, MIP Mahdalena × MUSK DUKE, etc. were identified, which demonstrates the significant genetic potential of the above hybrids.

Key words: *spring wheat, hybrid combinations, productivity components*