

УДК 633.11"324":631.559(292.486)(1–17)(477)
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.40>

ФОРМУВАННЯ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНОЇ ПІДЗОНИ СТЕПУ УКРАЇНИ

КОВАЛЬОВ С.Р. – аспірант
orcid.org/0009-0003-5317-4143
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Створення нових сортів з комплексом господарсько цінних ознак в умовах зростаючих коливань погодних умов є одним з головних завдань в селекції і, як важливий метод, гібридизація займає важливе місце [1]. Одним з найбільш ефективних методів є внутрішньовидова гібридизація. Оскільки процес довготривалий то питання завчасного визначення вдалих поєднань ознак в ранніх поколіннях є досить важливим, оскільки дає змогу спрогнозувати правильність вибору вихідного матеріалу батьківських форм для схрещування і селекційну цінність гібридних комбінацій [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця м'яка озима є однією з трьох найбільш споживаних зернових культур у світі, поряд з рисом і кукурудзою [3], і важливим джерелом поживних речовин для людства [4, 5]. Продукція вироблена з зерна пшениці є основним джерелом поживних речовин для близько 40 % населення світу і посідає одне з центральних місць в харчуванні людини [6, 7].

Одним з найважливіших завдань будь-якої селекційної програми і кінцевою метою є створення високоврожайних сортів, проте врожайність є однією з найскладніших кількісних характеристик більшості видів, в тому числі і пшениці м'якої озимої [8], а складність полягає в комплексній полігенності господарсько-цінних ознак та різним рівнем реакції на абіотичні фактори [9].

Гібридизація – важлива складова і метод практичної селекційної роботи з сільськогосподарськими культурами [10–12] і вдалий підбір потенційно цінного вихідного матеріалу в якості батьків є важливим і відповідальним кроком для створення кращих комбінацій схрещувань і виведення нових сортів з бажаними характеристиками, завдяки чому і відбувається формотворчий процес за господарсько цінними ознаками і властивостями [13].

Основними факторами, що впливають на врожайність пшениці, є кількість зерен з колоса, кількість колосків в колосі та маса 1000 зерен, і як дослідники вказують, мають значну варіабельність [14], тому селекціонери прагнуть знати, наскільки варіабельність ознак є генетичною і в якій мірі ця варіабельність може бути успадкована, оскільки ефективність селекції сильно залежить від адитивної генетичної дисперсії, впливу навколишнього середовища і взаємодії між генотипом і середовищем, [15] оскільки урожайність, як і більшість кількісних ознак, мають низьку успадковувальність [16]. Знання ступеня ефекту гетерозису відіграє вирішальну роль у виборі методології селекції. Підвищення врожайності гібридного сорту пшениці за рахунок

гетерозису є однією з найбільш перспективних стратегій. Вважається, що гетерозис відіграв значну роль у підвищенні врожайності пшениці від 3,5 до 15 % і тому прояв та ступінь гетерозису в поколінні F_1 дає змогу передбачати виникнення в наступних поколіннях трансгресивних зразків [17, 18], що в свою чергу підвищує ефективність доборів у гібридних популяціях зразків з бажаними ознаками і допомагає селекціонерам усунути менш ефективні або менш продуктивні схрещування в поколінні F_1 [19].

Загалом, здатністю гібрида перевищувати свої батьківські форми за продуктивністю, розміром вегетативних і генеративних органів та стійкістю до біотичних та абіотичних факторів зовнішнього середовища виражається як позитивний гетерозис, в той час як знижена активність відома як негативний гетерозис. Позитивна і негативна оцінка гетерозису має велике значення в селекції рослин залежно від цілей селекції. Так інбридинг-депресію часто визначають як знижену пристосованість або енергійність інбредних особин порівняно з їхніми неінбредними аналогами. На противагу цьому гетерозис, проявляється у збільшенні розміру, швидкості росту або інших параметрів через збільшення гетерозиготності в гібридах F_1 між інбредними лініями. Інбридинг-депресія, депресивний ефект, є вираженням ознак, що виникають внаслідок підвищення гомозиготності [20, 21].

Таким чином, результати щодо успадкування кількісних ознак продуктивності гібридами F_1 пшениці м'якої озимої колоса неоднозначні даних через залежність ознак від генотип–умов вирощування, тому актуальним є встановлення характеру успадкування ознак в умовах.

Мета. Метою дослідження є визначення особливостей основних сукупностей середовища, як фону для добору за ознаками продуктивності та порівняння гібридів першого покоління (F_1) та батьківських форм, встановлення мінливості та фенотипового домінування морфометричних та господарсько цінних ознак сортів та гібридів пшениці м'якої озимої в умовах північної підзони Степу України і подальше використання генотипів з кращою продуктивністю в селекційних дослідженнях.

Матеріали та методика досліджень. Впродовж 2023–2024 років проводились дослідження зі створення та вивчення гібридів першого покоління (F_1) у системі двотестерного схрещування, де вихідним матеріалом слугували 8 сортів пшениці озимої м'якої, 4 батьківських форм (♂) – Комерційна, Олексіївка, Співанка, КСВ 34 та 2 тестера (♀) – Палітра і Богиня степового та лісостепового екотипів вітчизняної селекції, та 2 батьківські форми (♂) – RGT Reform, Match Ball зарубіжної

селекції західноєвропейського інтенсивного екотипу. Досліди проведено в навчально-науковому центрі Дніпровського державного аграрно-економічного університету за місцем знаходженням розташований на лівому березі річки Дніпро і поруч з річкою Самарою за координатами: широта 48°50'N, довгота 35°25'E, висота 89 м над рівнем моря. Ґрунтовий покрив ділянок – чорнозем звичайний малогумусний середньопотужний повнопрофільний, з домінуючими чорноземами звичайними малогумусними повнопрофільними (близько 70 %) та слабкоеродованими (близько 25 %). Більша частина повнопрофільних чорноземів (68 %) містить у шарі 0–30 см від 3 до 3,5 % гумусу. В орному шарі ґрунту міститься 0,18–0,23 % валового азоту, 100–150 мг/кг рухливого фосфору (P_2O_5), 200–300 мг/кг обмінного калію (K_2O). Реакція ґрунтового розчину гумусового горизонту близька до нейтральної (рН – 6,75–7,29). Поглинені луги представлені, в основному, кальцієм та магнієм.

Основний, передпосівний обробіток ґрунту був загальноприйнятим для Степової України, посів зразків проводили ручною сівалкою за схемою – материнська форма – F_1 . Норма висіву – 4 млн/га або 60 зерен в рядку, попередник – чорний пар. У фазу повної стиглості зерна матеріал збирали вручну в снопи. Визначали морфометричні особливості сортів та гібридів спеціальними методами дослідження: польовим, структурного аналізу, статистичними. Досліди проведено згідно загальноприйнятої методики [22] і були виконані наступні спостереження та дослідження: вегетаційний період (від сходів до повної стиглості зерна), проведено аналіз структури продуктивності (кількість зерен у колосі, довжина колоса, маса тисячі зерен, маса зерна з колоса, маса колоса, кількість колосків в колосі). Також визначали успадкування продуктивності та структурних елементів у F_1 гібридів пшениці м'якої озимої за показником ступеню фенотипового домінування ознак (h_p).

Математично-статистичну обробку експериментальних даних проведено за допомогою дисперсійного

та варіаційного аналізів [23, 24], з використанням програм STATISTICA 10 та Excel. Ступінь фенотипового домінування визначали за методикою В. Griffing [25]. Групування отриманих даних виповнено відповідно до класифікації G. M. Beil, R. E. Atkins [26]: позитивне наддомінування ($h_p > +1$); позитивне домінування ($+0,5 < h_p \leq +1$); проміжне успадкування ($-0,5 \leq h_p < 0,5$); негативне домінування ($-1 \leq h_p < -0,5$); негативне наддомінування ($h_p < -1$).

Результати досліджень. Погодні умови за вегетаційний період 2023–2024 років були контрастними, що дало змогу всебічно оцінити реакцію сортів на абіотичні фактори. Так умови року характеризувались дуже теплим осінньо-зимовим періодом. У фазі сходів-кущіння середньодобова температура стабільно перевищувала норму на 2,5–5,5 °C з опадами більше норми на 1–12,3 мм, крім вересня, де опадів майже не було (5,8 мм при нормі 68,0 мм). Період спокою був теплим (на 1,84–4,27 °C вище норм) з опадами в межах норми. Початок весняного періоду був теплим з добрим накопиченням вологи, у першій і другій декаді в травні були відмічені подекуди заморозки до мінус –2 °C, влітку спостерігалась надзвичайно жарка і посушлива погода, середньодобова температура перевищувала норму на 2,5–5,2 °C за місяцями, максимум спостерігався у червні та липні 22,9–26,8 °C відповідно, в найтепліші дні температура сягала 32–37 °C за постійно недостатнього вологозабезпечення за місяцями, лише в першій декаді червня кількість опадів перевищала норму 33,6 мм при 19,0 мм.

Коефіцієнт ГТК за період весняної вегетації коливався від 0,02 до 0,55 що вказує на сильну посуху в важливіші фази розвитку і росту рослин пшениці м'якої озимої, найпосушливішими була перша декада травня (фаза колосіння) та третя декада червня (Таблиця 1).

Таким чином погодні умови 2023–2024 років не сприятливі через заморозки в травні місяці, великі температури влітку та посуху.

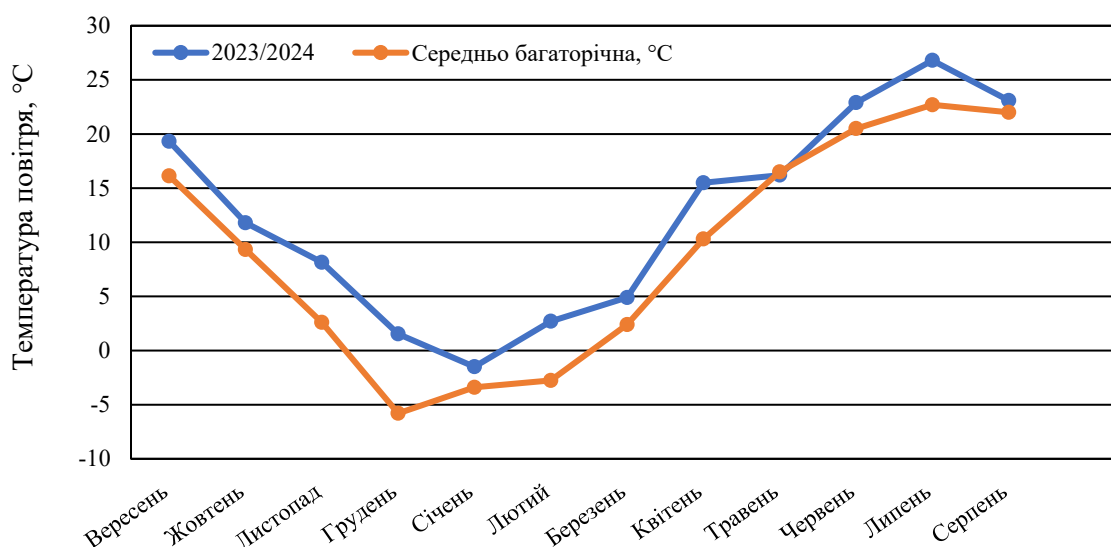


Рис. 1. Середньодобова температура повітря вегетаційний період 2023–2024 р. за даними АМСГ Дніпро

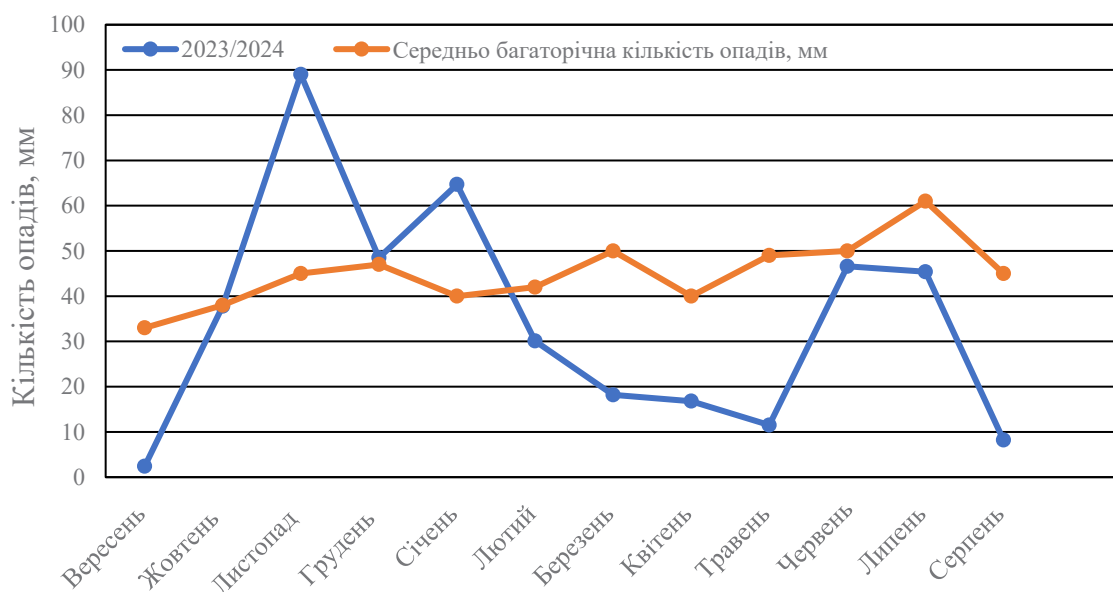


Рис. 2. Кількість опадів за вегетаційний період 2023–2024 р. за даними АМСГ Дніпро

Таблиця 1

Метеодані в період після відновлення вегетації пшениці м'якої озимої 2024 р.

Місяць	Декада	Середньодобова температура повітря, °С	Сума активних температур, °С	Сума опадів, мм.	ГТК
квітень	I декада	15,1	150,8	1,6	0,1
	II декада	16,3	162,7	16,6	1,01
	III декада	16,4	163,8	2,2	0,13
	за місяць	15,8	477,3	16,8	0,41
травень	I декада	14,8	148,3	0,4	0,02
	II декада	13,9	139,5	1,7	0,12
	III декада	20,0	200,4	9,4	0,46
	за місяць	16,2	480,7	13,8	0,2
червень	I декада	24	239,7	12,0	0,5
	II декада	23,1	230,6	33,6	1,45
	III декада	21,9	218,8	1	0,04
	за місяць	23	689,1	46,6	0,55
Весь період вегетації		16,5	1654,6	78,5	0,42

У вегетаційний період 2024 року серед батьківських компонентів за показниками структури врожайності більшу довжину колоса мали – Олексіївка, RGT Reform (9,84–9,96 см при середньому 9,25 см), а меншу – Комерційна та Match Ball (8,27–8,82 при 9,25 см). За показниками кількістю колосків з колоса – RGT Reform, Співанка (17,91–18,57 шт. при 16,56 шт.) та за кількістю зерен RGT Reform (30,28 шт. при 27,18 шт.). За масою зерна з головного колоса – Співанка, RGT Reform, Match Ball (1,11–1,15 г при 1,07 г) і меншу мають – Комерційна та КСВ 34 (1,02 г при 1,07 г), та масою колоса – Богиня і Match Ball (1,43–1,57 г при 1,53 г). За масою тисячі зерен більшу мали Співанка та Олексіївка (40,91–41,78 г при 39,60 г). Найбільше варіювання серед ознак продуктивності мав показник кількості колосків з колоса (CV=7,92 %), а найменше – маса зерна з колоса (CV=4,39 %). Найвроджайнішими серед батьківських сортів

стали Співанка та Палітра (5,7–5,8 т/га при 5,1 т/га), а найменш вроджайним був сорт RGT Reform – 3,8 т/га при 5,1 т/га (Таблиця 2).

За тривалістю вегетаційного періоду батьківські сорти не мають значних відмінностей, окрім RGT Reform, де тривалість вегетаційного періоду 2024 року складала 253–264 доби із середнім 256,5 діб, а у RGT Reform 264 доби, проте в цілому це менше в середньому на 20 діб від звичайної тривалості вегетаційного періоду для батьківських форм, і зменшення вплинуло безпосередньо на масові та метричні показники, в бік зменшення довжини колоса, маси зерна з колоса та маси тисячі зерен.

Показники структури гібридів першого покоління (F_1) мали наступні: довжина колоса – 8,31–10,23 см з середнім 9,47 см, відрізнялись комбінації Богиня×КСВ 34 – 10,23 см та Палітра×Співанка – 9,69 см, найменшу довжину мали

Таблиця 2

Структура врожайності сортів пшениці м'якої озимої 2024 р.

Сорт	Оригігатор	Різновидність	Довжина колоса, см	Кількість у колосі, шт.		Маса зерна з колоса, г	Маса колоса, г	Маса тисячі зерен, г	Урожайність, т/га	Тривалість вегетаційного періоду, дб
				зерен	колосків					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Палітра	СГІ-НЦНС	Erythrospermum Körn.	9,01	26,83	17,23	1,07	1,45	39,32	5,7	254
Богиня	ДДСДС НААН	Erythrospermum Körn.	9,81	25,31	15,91	1,04	1,43	38,52	5,3	256
Олексіївка	ДДСДС НААН	Erythrospermum Körn.	9,84	26,42	15,88	1,06	1,61	41,78	4,9	254
Співанка	ДДАЕУ	Erythrospermum Körn.	9,36	27,31	17,91	1,15	1,66	40,91	5,8	257
Комерційна	ДДАЕУ	Erythrospermum Körn.	8,82	27,23	16,42	1,02	1,45	40,27	5,5	253
КСВ 34	ДДАЕУ	Lutescens Al.	8,93	26,81	14,41	1,02	1,54	39,79	5,0	256
Match Ball	RAGT Chezch, s.r.o.	Erythrospermum Körn.	8,27	27,07	16,13	1,11	1,57	40,48	4,9	258
RGT Reform	Groupe RAGT	Erythrospermum Körn.	9,92	30,28	18,57	1,11	1,52	35,71	3,8	264
Середня	-	-	9,25	27,17	16,56	1,07	1,53	39,60	5,1	256,5
НІР₀₅	-	-	0,68	1,63	1,51	0,05	0,27	2,14	0,73	3,98
CV%	-	-	6,37	5,20	7,92	4,39	5,41	4,69	12,43	1,35

Таблиця 3

Структура врожайності гібридів F1 пшениці м'якої озимої 2024 р.

Материнський компонент, ♀	Батьківський компонент, ♂	Довжина колоса, см	Кількість у колосі, шт.		Маса зерна з колоса, г	Маса колоса, г	Маса тисячі зерен, г	Урожайність, т/га	Тривалість вегетаційного періоду, дб
			зерен	колосків					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Богиня	Комерційна	9,52	28,72	16,21	1,22	1,51	42,38	5,2	255
	Співанка	9,55	28,74	16,95	1,20	1,53	41,7	5,6	257
	КСВ 34	10,23	27,03	15,30	1,17	1,45	42,49	6,7	254
	Олексіївка	9,46	27,9	15,45	1,18	1,47	41,93	6,8	254
	Match Ball	10,1	26,27	18,75	1,11	1,38	42,29	4,5	256
	RGT Reform	9,98	30,12	16,20	1,26	1,52	41,25	6,5	260
Палітра	Комерційна	9,06	27,89	16,95	1,22	1,45	42,57	5,7	254
	Співанка	9,69	29,25	15,55	1,26	1,55	41,81	5,9	257
	КСВ 34	9,48	26,50	16,45	1,10	1,37	40,97	6,8	258
	Олексіївка	9,24	27,7	17,45	1,24	1,53	42,06	6,6	258
	Match Ball	8,96	27,94	16,30	1,17	1,43	41,25	5,2	257
	RGT Reform	8,31	29,97	17,4	1,22	1,51	40,02	5,1	262
Середня	-	9,47	28,17	16,58	1,20	1,48	41,73	5,9	256,8
НІР₀₅	-	0,47	1,11	1,10	0,05	0,05	0,66	0,69	2,21
CV%	-	5,63	4,41	5,97	4,37	4,06	1,79	13,38	0,97

Богиня×Олексіївка – 9,46 см та Палітра×RGT Reform – 8,31 см; кількість зерен – 28,01–33,97 шт. з середнім 31,47 шт. і з проміж комбінацій відрізнялись Богиня×RGT Reform – 30,12 шт., Богиня×Співанка – 28,74 шт., Палітра×RGT Reform – 29,97 шт., Палітра ×Співанка – 29,25 шт.; кількість колосків у колосі – 14,08–17,45 шт. з середнім 16,02 шт., що менше на 4,36 % в середньому за батьківські компоненти, та комбінації Богиня×Match Ball – 18,75 шт., Палітра×Олексіївка – 17,45 шт.; маса зерна з колоса – 1,10–1,26 г з середнім 1,20 г, що більше

на 12,14 % в середньому за батьківські компоненти;; маса колоса – 1,37–1,55 г з середнім 1,48 г та комбінації Богиня×Співанка – 1,53 г, Богиня× RGT Reform – 1,52 г, Палітра×Співанка – 1,55 г, Палітра×Олексіївка – 1,53 г; маса тисячі зерен – 40,02–42,57 г з середнім 41,73 г та комбінації Богиня×КСВ 34 – 42,49 г, Богиня×Комерційна – 42,38 г, Палітра×Комерційна – 42,57 г, Палітра×Олексіївка – 42,06 г. Найбільше варіювання ознак продуктивності мав показник кількості колосків з колоса ($CV=5,97\%$), а найменше – маса тисячі зерен ($CV=1,79\%$).

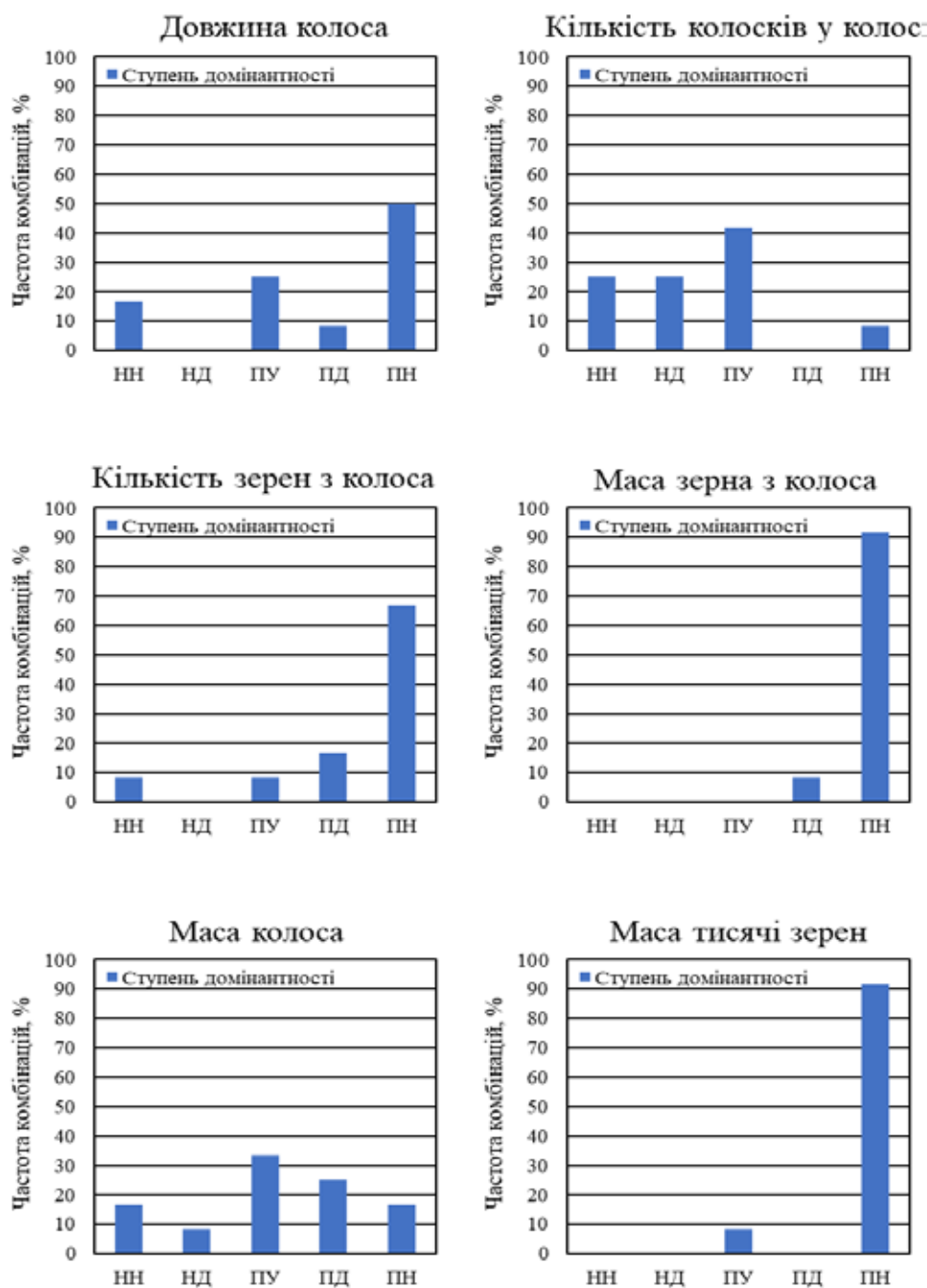


Рис. 3. Розподілення гібридних популяцій пшениці м'якої озимої за величиною h_r за 2024 рік

Примітки: НН – негативне наддомінування, НД – негативне домінування, ПУ – проміжне успадкування, ПД – позитивне домінування, ПН – позитивне наддомінування

Врожайність була в середньому 5,9 т/га з варіюванням CV=13,38 %, найбільшу врожайність продемонстрували наступні комбінації: Палітра×КСВ34 – 6,8 т/га, Палітра×Олексіївка – 6,6 т/га, Богиня×Олексіївка – 6,8 т/га та Богиня×Олексіївка – 6,8 т/га, Богиня×КСВ 34 – 6,7 т/га. Найменшу врожайність мали комбінації Палітра×RGT Reform – 5,1 т/га та Богиня× Match Ball – 4,5 т/га (Таблиця 3).

У гібридів першого покоління відмічено збільшення за показниками продуктивності від батьківських компонентів в середньому на 2,37–15,82 %, а саме за довжиною колоса більше на 2,37 %, кількістю зерен з колоса – 15,82 %, масою зерна з колоса – 12,14 %, за масою колоса – 4,35 %, за масою тисячі зерен – 5,37 %, за урожайністю – 15,68 % і тільки кількістю колосків з колоса менше на 4,36 % в порівнянні з батьківськими формами. Комбінації за участю сорту Богиня відрізнялись від комбінацій з сортом Палітра більшою довжиною колоса (в середньому за участю сорту Богиня 9,81 см та Палітри 9,12 см) та масою тисячі зерен (в середньому за участю сорту Богиня 42,01 г та Палітри 41,44 г) за іншими показниками істотних розбіжностей в середньому виявлено не було.

На рисунку 3 продемонстровано розподіл гібридних комбінацій в залежності від ступеня домінантності за структурою врожайності.

За довжиною колоса було виявлено більшість типів успадкування, де переважаючим типом було позитивне наддомінування (50 %), проміжне успадкування (25 %) та негативне наддомінування (16,67 %) і позитивне домінування (8,33 %). Схожий закономірність в успадкуванні було виявлено і за показником кількості зерен з колоса, де переважаючий тип успадкування позитивне наддомінування (66,67 %), позитивне домінування (16,67 %) та негативне проміжне успадкування і наддомінування (по 8,33 % в обох). У кількості колосків з колоса також було виявлено майже всі типи успадкування, а проміжне успадкування було переважаючим типом з ступенем домінантності 41,67 %, негативне домінування та наддомінування мали ступінь 25 %, а позитивне наддомінування – 8,33 %. Маса зерна з колоса та маса тисячі зерен мали переважаючим успадкуванням саме позитивне наддомінування – 91,67 %, з проявами проміжного успадкування та позитивного домінування (8,33 %). У маси колоса відмічено всі типи успадкування, де переважаючим було проміжне успадкування (33,33 %), позитивне домінування – 25 %, позитивне наддомінування та негативне наддомінування – 16,67 % та негативне домінування – 8,33 %.

Висновки. За результатами дослідження встановлено різний рівень варіювання ознак батьківських компонентів та гібридів F₁ та їх різний характер успадкування довжини колоса та ознак структури врожайності і досить складний характер взаємодії генотип-середовище в умовах екстремального за погодними умовами 2024 року. Серед батьківських компонентів за показниками продуктивності відрізнялись сорти Співанка, Олексіївка, Палітра, Богиня, так і в цілому більш вдалі комбінації за участю сортів Співанка, Олексіївка та КСВ 34. Найменші показники серед батьківських сортів

мав RGT Reform, незважаючи на це комбінації за його участю виділялись за показниками, а комбінація Богиня×RGT Reform має одну з кращих врожайностей. Найбільш розповсюдженим типом успадкування виявлено позитивне наддомінування (гетерозис), що зустрічається за всіма показниками структури врожайності. В цілому кращими комбінаціями є Палітра×Олексіївка, Палітра×КСВ34, Богиня×КСВ34, Богиня×КСВ 34 та Богиня×Олексіївка і виділені за своєю продуктивністю, зі стабільним проявом за ознаками позитивного домінування та наддомінування і можуть становити інтерес та практичну селекційну цінність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чернобай Ю.О., Рябчун В.К. Формування довжини колосу та кількість колосків у гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої. Збірник тез міжнародної наукової Інтернет-конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження вчених-рослиників академіка АН УРСР Страхова Т.Д., професора Кучумова П.В. (17–18 червня 2020 р.). Харків, 2020. С. 106–107.
2. Бакуменко О. М., Власенко В. А. Гетерозис та успадкування маси 1000 насінин в F₁ пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Автохтонні та інтродуковані рослини*. 2015. № 11. С. 67–73. ISSN 2220-1114.
3. Zewdu D., Dabi A., Duga R., Alemu G., Geleta N., Sime D., Delesa A., Solomon T., Zeyaye H., Negash T., Getamesay A., Asnake D., Asefa D., Tadesse Z., Shewaye Y. Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) variety development, release and registration for rainfed areas of Ethiopia. *Global Journal of Research in Agriculture & Life Sciences*, 2024, 4 (6), P. 83–98.
4. Meshal M. A. Genetic parameters estimation for some wild wheat species and their F₁ hybrids grown in different regions of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2022, 29, P. 521–525. DOI:10.1016/j.sjbs.2021.09.015
5. Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraf Al Alam M., Syed M. A., Hossain J., Sarkar S., Saha S., Bhadra P., Shankar T. Consequences and mitigation strategies of abiotic stresses in wheat (*Triticum aestivum* L.) under the changing climate. *Agronomy*, 2021, 11 (2), P. 241. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020241>
6. Fareed G., Keerio A. A., Mari S. N., Ullah S., Mastoi A. A., Arain M. A., Adeel M., Shah M. A., Mengal A. M., Badini, M. I. Estimation of heterosis in F₁ hybrids of bread wheat genotypes. *Journal of Applied Research in Plant Sciences*, 2024, 5 (1), P. 120–123. DOI:10.38211/joarps.2024.05.169
7. Ocaktan H., Güngör H., Dumlupinar Z. Heterosis and diallel analysis of yield and yield components of bread wheat F₁ generation. *Black Sea Journal of Agriculture*, 2024, 7 (4), P. 363–376. DOI:10.47115/bsagriculture.1479163
8. Kaur S., Kaur J., Mavi GS., Dhillion GS., Sharma A., Singh R., Devi U., Chhuneja, P. Pyramiding of high grain weight with stripe rust and leaf rust resistance in elite Indian wheat cultivar using a combination of marker assisted and phenotypic selection. *Front Genet*, 2020, 11:593426. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.593426>
9. Rangare N. R., Krupakar A., Kumar A., Singh S. Character association and component analysis in wheat

- (*Triticum aestivum* L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 2010, 1, P. 231–238.
10. Fetahu S., Rusinovci I., Aliu S., Zeka, D. Inheritance of spike mass in F1 generation in wheat depending on parents genetic diversity. Conference of Agriculture Sciences section, 2019, P. 62–64. DOI:10.13140/RG.2.2.10998.34886
 11. Fetahu S., Rusinovci I., Aliu S., Zeka, D. Determination of heterosis and heterobeltiosis for plant height and spike grain weight of F1 generation in bread wheat. International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences, 2015, 5 (3), P. 431–436.
 12. Adhikari A., Ibrahim M. A. H., Rudd J. C., Baenzinger S., Easterly A., Garts N., Belamkar V., Sarazin, J. B. Supplementing selection decisions in a hybrid wheat breeding program by using F2 yield as a proxy of F1 performance. Euphytica, 2020, 216 (8), P. 42. DOI:10.1007/s10681-020-02664-0
 13. Dedaniya A. P., Pansuriya A. G., Vekaria D. M., Memon J. T., Vekariya T. A. Estimation of heterosis in different crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Chemical Studies, 2018, 6 (3), P. 3622–3628.
 14. Chernobai Yu. O. & Riabchun V. K. Inheritance of spike productivity elements in F1 winter bread wheat hybrids. Plant Breeding and Seed Production, 2023, 122, P. 91–99. DOI:10.30835/2413-7510.2022.271757
 15. Хахула В. С., Лозінська Т. П., Горновська С. В., Михайлюк Д. В., Крупа Н. М. Успадкування та трансресивна мінливість кількості зерен у колосі у F1–F2 пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2023. № 1. С. 133–141. DOI:10.33245/2310-9270-2023-179-1-133-141
 16. Rahul S. R. Combining ability and heterosis for morphophysiological characters on bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Agricultural Research & Technology Open Access Journal, 2017, 13(1), P. 1–8. DOI:10.19080/008ARTOAJ.2017.13.555868
 17. Shah A. H., Rattar M. T., Zhang D., Tian L., Solangi A. Z., Rattar A. Q., Rattar Z. M., Memon A. S., Ali, B., Memon S., Nizamani S., Ali, S., Abro A. A., Anwar M. Heterosis and correlation studies in F1 hybrids of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences, 2022, 11(03), P. 119–131. DOI:10.30574/wjbphs.2022.11.3.0132
 18. Sharma V., Dodiya N. S., Dubey R. B., Khan R. Combining ability analysis in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell) under different environmental conditions. Bangladesh Journal Botany, 2019, 48, P. 89–93. DOI: <https://doi.org/10.3329/bjb.v48i1.47419>
 19. Singh S. P., Srivastava R., Kumar J. Male sterility systems in wheat and opportunities for hybrid wheat development. Acta Physiologiae Plantarum, 2015, 37 (1), 1713. DOI:10.1007/s11738-014-1713-7
 20. Якимчук Р. А. Характер успадкування довжини стебла карликовими мутантами пшениці м'якої озимої, отриманими в зоні Чорнобильської АЕС. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т. 50. № 1. С. 46–58. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2018.01.046>.
 21. Allard, R. W. (1960). Principles of plant breeding. John Wiley, New York. pp: 83–108.
 22. Методика поведіння кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Вінниця, ФОП Коржун Д. Ю., 2016. С. 117.
 23. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії: посібник. Київ: Дія, 2005. 145 с.
 24. McDonald J. H. Handbook of Biological Statistics (3rd ed.). Maryland; Baltimore: Sparky House Publishing, 2014, 305 p.
 25. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. Iowa State Journal. 1965, 39. P. 3.
 26. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. Genetics, 1950, 35. P. 303–321.

REFERENCES:

1. Chernobai. Yu. O. & Ryabchun, V. K. (2020). Formuvannia dovzhyny kolosu ta kil'kist koloskiv u hibrydiv pershoho pokolinnia pshenytsi miakoi ozymoi [Spike length formation and number of spikelets in first generation hybrids of soft winter wheat]. Kharkiv, 106–107 (in Ukrainian).
2. Bakumenko, O. M. & Vlasenko V. A. (2015). Heterozygosity and inheritance of 1000-seed weight in F1 soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.). [Heterosis and inheritance of 1000-seed weight in F1 soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.)]. Avtokhtonni ta introdukovani roslyny, 11, 67–73 (in Ukrainian). ISSN 2220-1114
3. Zewdu, D., Dabi, A., Duga, R., Alemu, G., Geleta, N., Sime, D., Delesa, A., Solomon, T., Zeyaye, H., Negash T., Getamesay, A., Asnake, D., Asefa, D., Tadesse & Z., Shewaye, Y. (2024). Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) variety development, release and registration for rainfed areas of Ethiopia. Global Journal of Research in Agriculture & Life Sciences, 4 (6), 83–98.
4. Meshal, M. A. (2022). Genetic parameters estimation for some wild wheat species and their F1 hybrids grown in different regions of Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences, 29, 521–525. DOI:10.1016/j.sjbs.2021.09.015
5. Hossain, A., Skalicky, M., Brestic, M., Maitra, S., Ashraf Al Alam, M., Syed, M. A., Hossain, J., Sarkar, S., Saha, S., Bhadra, P. & Shankar, T. (2021). Consequences and mitigation strategies of abiotic stresses in wheat (*Triticum aestivum* L.) under the changing climate. Agronomy, 11 (2), p. 241. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020241>
6. Fareed, G., Keerio, A. A., Mari, S. N., Ullah, S., Mastoi, A. A., Arain, M. A., Adeel, M., Shah, M. A., Mengal, A. M. & Badini, M. I. (2024). Estimation of heterosis in F1 hybrids of bread wheat genotypes. Journal of Applied Research in Plant Sciences, 5 (1), 120–123. DOI:10.38211/joarps.2024.05.169
7. Ocaktan, H., Güngör, H. & Dumlupinar, Z. (2024). Heterosis and diallel analysis of yield and yield components of bread wheat F1 generation. Black Sea Journal of Agriculture, 7 (4), 363–376. DOI:10.47115/bsagriculture.1479163
8. Kaur, S., Kaur, J., Mavi, G. S., Dhillion, G. S., Sharma, A., Singh, R., Devi, U. & Chhuneja, P. (2020). Pyramiding of high grain weight with stripe rust and leaf rust resistance in elite Indian wheat cultivar using a combination of marker assisted and phenotypic selection. Front Genet, 11:593426. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.593426>
9. Rangare, N. R., Krupakar, A., Kumar, A., & Singh, S. (2010). Character association and component analysis in wheat (*Triticum aestivum* L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 1, 231–238.

10. Fetahu, S., Rusinovci, I., Aliu, S. & Zeka, D. (2019). Inheritance of spike mass in F1 generation in wheat depending on parents genetic diversity. Conference of Agriculture Sciences section, 62–64. DOI:10.13140/RG.2.2.10998.34886
11. Fetahu, S., Rusinovci, I., Aliu, S. & Zeka, D. (2015). Determination of heterosis and heterobeltiosis for plant height and spike grain weight of F1 generation in bread wheat. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 5 (3), 431–436.
12. Adhikari, A., Ibrahim, M. A. H., Rudd, J. C., Baenzinger, S., Easterly, A., Garts, N., Belamkar, V. & Sarazin, J. B. (2020). Supplementing selection decisions in a hybrid wheat breeding program by using F2 yield as a proxy of F1 performance. *Euphytica*, 216 (8), p. 42. DOI:10.1007/s10681-020-02664-0
13. Dedaniya, A. P., Pansuriya, A. G., Vekaria, D. M., Memon, J. T. & Vekariya, T. A. (2018). Estimation of heterosis in different crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 6 (3), 3622–3628.
14. Chernobai, Yu. O. & Riabchun, V. K. (2023). Inheritance of spike productivity elements in F1 winter bread wheat hybrids. *Plant Breeding and Seed Production*, 122, 91–99. DOI:10.30835/2413-7510.2022.271757
15. Khakhula, V. S., Lozinska, T. P., Hornovska, S. V., Mykhailiuk, D. V. & Krupa N. M. (2023). Uspadkuvannia ta transhresyyna minlyvist kilkosti zeren u kolosi u F1–F2 pshenytsi miakoi ozymoi [Inheritance and transgressive variability of the number of grains per ear in F1-F2 winter wheat.]. *Ahrobiolohiia*, 1, 133–141 (in Ukrainian). DOI:10.33245/2310-9270-2023-179-1-133-141
16. Rahul, S. R. (2017). Combining ability and heterosis for morphophysiological characters on bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agricultural Research & Technology Open Access Journal* 13(1), 1–8. DOI:10.19080/008ARTOAJ.2017.13.555868
17. Shah, A. H., Rattar, M. T., Zhang, D., Tian, L., Solangi, A. Z., Rattar, A. Q., Rattar, Z. M., Memon, A. S., Ali, B., Memon, S., Nizamani, S., Ali, S., Abro, A. A. & Anwar, M. (2022). Heterosis and correlation studies in F1 hybrids of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 11(03), 119–131. DOI:10.30574/wjbphs.2022.11.3.0132
27. 18. Sharma, V., Dodiya, N. S., Dubey, R. B. & Khan, R. (2019). Combiningability analysis in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell) under different environmental conditions. *Bangladesh Journal Botany*, 48, 89–93. DOI: <https://doi.org/10.3329/bjb.v48i1.47419>
18. Singh, S. P., Srivastava, R. & Kumar, J. (2015). Male sterility systems in wheat and opportunities for hybrid wheat development. *Acta Physiologica Plantarum*, 37 (1), 1713. DOI:10.1007/s11738-014-1713-7
19. Yakymchuk, R. A. (2018). Kharakter uspadkuvannia dovzhyny stebła karlykovykh mutantamy pshenytsi miakoi ozymoi, otrymanykh v zoni Chornobylskoi AES. [Nature of the inheritance of the stem length by dwarf mutants of winter bread wheat harvested in the Chornobyl NPP zone.] *Fiziolohiia roslin i henytyka*, 50(1), 46–58 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2018.01.046>.
20. Allard, R. W. (1960). Principles of plant breeding. John Wiley, New York. pp: 83–108.
21. Metodyka povedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslin na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for the qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine] (2016). Vinnytsia, FOP Korzun D. Yu., 117 (in Ukrainian).
22. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P. & Kostohryz, P. V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Fundamentals of scientific research in agronomy] (2005). Kyiv, Diya, P. 145 (in Ukrainian).
23. McDonald, J. H. (2014). *Handbook of Biological Statistics* (3rd ed.). Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland, P. 305.
24. Beil, G. M. & Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*, 39(3), 303–321.
25. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303–321.

Ковальов С.Р. Формування ознак продуктивності пшениці м'якої озимої в умовах північної підзони Степу України

Визначення мінливості кількісних ознак та закономірності успадкування кількісних ознак батьківських форм та гібридів F₁ в конкретних агроекологічних умовах є одним з вирішальних кроків до успішної селекції.

Мета. Мета дослідження полягає у визначенні особливостей основних сукупностей середовища, як фону для добору за ознаками продуктивності та порівняння гібридів першого покоління (F₁) та батьківських форм, встановлення мінливості та фенотипового домінування морфометричних та господарсько цінних ознак сортів та гібридів пшениці м'якої озимої в умовах північної підзони Степу України. **Методи.** Гібриди першого покоління (F₁) та батьківські форми аналізували за морфометричними та господарсько цінними ознаками, як довжина вегетаційного періоду, довжина колоса, кількість колосків, зерен у колосі, маса колоса, маса зерна з колоса, маса тисячі зерен та визначення мінливості цих показників, та визначення успадкування врожайності та структурних елементів у гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої за ступенем фенотипового домінування (h_p). **Результати.** За результатами дослідження встановлено різну мінливість ознак продуктивності у батьківських форм та гібридів першого покоління, виділені кращі батьківські форми та гібриди F₁, також встановлено різний характер успадкування у гібридів F₁, виділені кращі комбінації з типом успадкування позитивне наддомінування та позитивне домінування, які можуть становити селекційну та практичну цінність. **Висновки.** У гібридів першого покоління виявлено збільшення майже за всіма показниками в порівнянні з батьківськими формами на 2,37–15,82 %, кращими комбінаціями стали Палітра×Олексіївка, Палітра×КСВ34, Богиня×КСВ34, Богиня×КСВ 34 та Богиня×Олексіївка і виділені за своєю продуктивністю, зі стабільним проявом за ознаками позитивного домінування та наддомінування, а найбільш розповсюдженим типом успадкування виявлено позитивне наддомінування (гетерозис), що зустрічається за всіма показниками структури врожайності.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, мінливість кількісних ознак, батьківський компонент, гібридизація, урожайність.

Kovalov S.R. Formation of productivity traits of soft winter wheat in the northern subzone of the Steppe of Ukraine

Determining the variability of quantitative traits and the pattern of inheritance of quantitative traits of parental forms and F_1 hybrids is one of the crucial steps to successful breeding. **Purpose.** The aim of the study is to determine the features of the main environmental aggregates as a background for selection for productivity traits and comparison of first generation (F_1) hybrids and parental forms, to establish variability and phenotypic dominance of morphometric and economically valuable traits of winter bread wheat varieties and hybrids in the northern subzone of the Steppe of Ukraine. **Methods.** The first generation (F_1) hybrids and parental forms were analysed for morphometric and economically valuable traits such as length of vegetation period, spike length, number of spikelets, grains in spike, spike weight, weight of grain per spike, weight of thousand grains and determination of variability of these parameters, and determination of inheritance of yield and structural elements

in first generation winter bread wheat hybrids by the degree of phenotypic dominance (hp). **Results.** The results of the study revealed different variability of productivity traits in parental forms and hybrids of the first generation, the best parental forms and F_1 hybrids were identified, different inheritance patterns in F_1 hybrids were also established, and the best combinations with the type of inheritance of positive superdominance and positive dominance were identified, which may be of breeding and practical value. **Findings.** The first-generation hybrids showed an increase in almost all indicators by 2.37–15.82% compared to the parental forms, the best combinations were Palitra× Oleksiivka, Palitra×KSW 34, Bohynia×KSW 34, Bohynia×KSW 34 and Boginya×Oleksiivka and were distinguished by their productivity, with stable manifestation of positive dominance and superdominance, and the most common type of inheritance was positive superdominance (heterosis), which is found in all indicators of the yield structure.

Key words: soft winter wheat, variability of quantitative traits, parental component, hybridisation, yield.