

СТУПІНЬ ФЕНОТИПОВОГО ДОМІНУВАННЯ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК У ГІБРИДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ F₁ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЮ

БУНЯК Н.М. – науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-2075-0365

Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Гібридизація є важливим методом селекції сільськогосподарських культур а ключем до успішної гібридизації є вибір батьків. Враховуючи, що продуктивність батьків не обов'язково така ж, як у гібридного потомства, вдалість гібридної комбінації може бути ідентифікована лише в пізніх поколіннях. Якщо вдале поєднання ознак можна попередньо визначити в ранніх поколіннях, підкреслюючи важливість правильного вибору компонентів схрещування, то й ефективність селекції можна покращити [1]. Сьогодні багато досліджень фокусуються на аналізі транскриптому для порівняння батьківських ліній з їхніми гібридами F₁. Отже, кількісна генетика залишається потужним інструментом у вивчення батьківських ліній та їхніх нащадків [2]. Знання характеру успадкування є постійною вимогою успішної селекції рослин [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створення високоврожайних сортів залежить від існуючої генетичної варіації ознак що визначають урожайність та безпосередньо врожайності зерна. Генетичні параметри дають інформацію про очікувану реакцію врожайності та компонентів урожайності на добір, що можна використовувати для визначення найбільш вдалої стратегії селекції [4]. Для досягнення цієї мети, вивчають генетичний потенціал селекційних та місцевих сортів та їх гібридні популяції від схрещування як основу для сталого підвищення врожайності [3]. Селекціонери відзначають важливість використання генетичної мінливості та різноманітності в селекційних програмах для забезпечення постійно зростаючих потреб у вдосконаленні гібридів і сортів. Добір більшості потенційних ліній за біометричним аналізом і генетичним різноманіттям дуже важливий для успішності селекційних програм. Основний фактор, що обмежує швидкість прогресу у рослинництві є низька успадкованість таких кількісних ознак, як урожайність [5]. При схрещуванні двох вихідних компонентів фенотипова мінливість F₁, як

і кожного з батьків, визначається як генетичними, так і неспадковими чинниками. Але прояв та ступінь гетерозису в F₁ дають можливість передбачати виникнення в наступних поколіннях трансгресивних зразків, що в свою чергу підвищує ефективність доборів у гібридних популяціях зразків з бажаними ознаками. Отже добори на високу продуктивність ячменю бажано проводити по непрямим показникам, для чого потрібно виділити ключові ознаки які тісно з нею корелюють [6]. Для досягнення цієї мети використовують різні типи схрещувань: повні діалельні [2, 7], неповні діалельні [8, 9], топкроси [10]. Значні дослідження з визначенням типів успадкування кількісних ознак гібридами першого покоління ячменю ярого та озимого проведено багатьма вченими [11, 12]. Є серед них і дослідження успадкування у гібридів F₁ між плівчастими та голозерними формами [6, 10] а також лише між голозерними [4, 13, 14]. Серед останніх встановлено неоднакове успадкування різних ознак у гібридів F₁. Відзначаючи неоднорозність результатів вказаних досліджень, актуальним є визначення характеру успадкування кількісних ознак ячменю ярого голозерного.

Мета роботи полягає в установленні показників фенотипового домінування кількісних ознак в системі діалельних схрещувань сортів ячменю ярого голозерного в умовах Північного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. У період 2020–2022 рр. проведено дослідження зі створення та вивчення гібридних популяцій F₁ 7 сортів ярого голозерного ячменю вітчизняної та зарубіжної селекції в системі діалельних схрещувань. Сорти залучені до схрещувань походять з України (UKR) – 2, та Канади (CAN) – 5, належать до голозерної різновидності (*var. nudum*) (табл. 1).

Оцінку гібридних популяцій F₁ ячменю ярого здійснювали в селекційній сівозміні Носівської селекційно-дослідної станції МІП ім. В.М. Ремесла НААН України (с. Дослідне, Ніжинський р-н, Чернігівська обл. – місце

Таблиця 1

Схема гібридизації ячменю ярого

	Козацький	Alamo	CDC Hilose	CDC ExPlus	CDC Gainer	Roselend
Натаір	+	+	+	+	+	+
Козацький	–	+	+	+	+	+
Alamo	+	–	+	+	+	+
CDC Hilose	+	+	–	+	+	+
CDC ExPlus	+	+	+	–	+	+
CDC Gainer	+	+	+	+	–	+
Roselend	+	+	+	+	+	–

знаходження: широта 50°93', довгота 31°69', висота 126 м над рівнем моря). Ґрунт – чорнозем типовий, малогумусний, вилугований, легкосуглинковий, із середнім забезпеченням фосфором та калієм, низьким – азотом та середньокислою реакцією ґрунтового розчину. Селекційні посіви ячменю розмішувались у сівозміні після люпину. Мінеральні добрива внесли під оранку в нормі $N_{32}P_{32}K_{32}$. У фазі кушення проведена обробка гербіцидом Квелекс (60 г/га) + Тренд 90 (0,3 л/га). Зразки висівали в ранні строки вручну за схемою: материнська форма – F_1 – батьківська форма, довжина ділянки – 1 м, ширина міжряддя 30 см, кількість гібридних зерен на метр погонний – не більше 20, кількість рядків – залежно від наявності насіння, глибина сівки 3–4 см. У фазу повної стиглості рослини виривали з корінням, збирали в снопи та провели аналіз за основними показниками продуктивності: довжина стебла, загальна кущистість, продуктивна кущистість, довжина колоса основного стебла, кількість зерен з колосу, маса зерна з колосу, маса зерен з рослини, маса 1000 зерен. Визначали успадкування продуктивності та її структурних елементів у F_1 гібридів ячменю ярого голозерного за показником ступеня фенотипового домінування (h_p) ознак. Групування отриманих даних проводили відповідно до класифікації G. M. Veil, R. E. Atkins [15]: позитивне наддомінування ($h_p > +1$); позитивне домінування ($+0,5 < h_p \leq +1$); проміжне успадкування ($-0,5 \leq h_p \leq 0,5$); негативне домінування ($-1 \leq h_p < -0,5$); негативне наддомінування ($h_p < -1$). Ступінь фенотипового домінування визначали за формулою В. Griffing [16] та з допомогою програми Excel. Гідротермічні умови 2020–2022 рр. наведено в таблиці 2.

Погодні умови років досліджень були досить контрастними. Перша половина вегетації 2021 і 2022 рр. характеризувалась прохолодною (на 0,3–0,5 °С нижче порівняно із середнім багаторічним показником (СБП)) температурою повітря та більшою за СБП кількістю опадів у квітні (на 16,0 мм у 2021 р. і 41,2 мм у 2022 р.). Умови травня у 2021 і 2022 рр. також були прохолоднішими (на 0,7–1,8 °С) порівняно до СБП і досить зволоженими (130 % до СБП) у 2021 р., але більш посушливими (70,0 % до СБП) у 2022 р. У 2020 року температурний режим квітня – травня був у межах СБП, а от забезпечення вологою було контрастним (69 % опадів до СБП у квітні та 210 % у травні). Друга половина вегетації ячменю ярого в 2020–2022 рр. характеризувалась підвищеним температурним режимом (більше на 1,4–5,0 °С у червні та 2,0–3,1 °С у липні, окрім 2022 р. коли температура липня була на 0,5 °С менша порівняно з СБП). Щодо забезпечення вологою, то в червні

2020 р. опадів було 193 % до СБП, а в липні лише 53 % до СБП. 2021 р. за опадами в червні-липні був трохи нижчим за СБП – 79 – 86 %, а в червні – липні 2022 р. рівень зволоження становив 124–98 % до СБП.

Отже погодні умови 2020–2022 рр. у період вегетації ячменю ярого були сприятливими для росту і розвитку рослин. Ці роки були теплими і в середньому достатньо вологими. Це сприяло нормальному проходженню фенологічних фаз, умови при кастрації та гібридизації були оптимальними – що забезпечило зав'язування достатньої кількості гібридних зерен. В цілому умови були достатньо сприятливі для формування нормально розвинутих рослин, з високою продуктивною кущистістю, довгим, добре озерненим колосом та виповненим зерном, що сприяло високою показником врожайності гібридних популяцій F_1 та батьківських форм ячменю ярого голозерного.

Результати досліджень. Одним з головних методів створення вихідного матеріалу для селекції ячменю ярого є гібридизація, вона забезпечує отримання нових зразків, які поєднують у своєму генотипі ознаки та властивості заплановані відповідно до селекційної програми. Залучення до схрещувань біотипів з різних еколого-географічних груп сприяє більш ширшому формотворенню у гібридних популяціях, що підсилює ефективність селекційної роботи.

У таблиці 3 наведено показники середніх значень елементів структури продуктивності рослин (висота, кількість продуктивних стебел, маса зерна з рослини, маса 1000 зерен) та головного колосу (довжина, кількість зерен, маса зерна з колосу) у батьківських форм та гібридних популяцій створених за їх участю. Загалом, потрібно відмітити формування нижчої довжини стебла та переважно більшої крупності зерна у всіх генотипів в умовах 2022 р. порівняно з 2021 р. За іншими ознаками чіткої закономірності по збільшенню чи зменшенню їх прояву не встановлено та відмічається варіювання показників в однакових лімітах в умовах 2021 та 2022 років. В цілому, за два роки досліджень, потрібно відмітити істотність відмінності прояву ознак як в батьківських форм так і гібридних популяцій створених за їх участю (особливо в окремих комбінаціях) що може свідчити про можливість добору цінних генотипів із новостворених гібридів.

На рисунку 1 представлено розподіл гібридних комбінацій залежно від градацій величини показника фенотипового домінування за ознаками висота рослин, продуктивна кущистість, продуктивність рослини та маса 1000 зерен з рослини.

За ознакою висота рослин ступінь фенотипового домінування за роками досліджень істотно відрізнявся.

Таблиця 2

Гідротермічні умови 2020–2022 рр. в період вегетації ячменю ярого

Рік	Місячна температура повітря, °С				Місячна кількість опадів, мм			
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Квітень	Травень	Червень	Липень
2022	7,4	13,2	19,8	19,7	76,8	31,6	79,6	71,8
2021	7,6	14,3	20,0	23,3	51,6	58,6	51,1	62,8
2020	8,9	13,6	23,4	22,2	24,2	94,9	124,3	38,3
Багатор.	7,9	15,0	18,4	20,2	35,6	45,1	64,5	73,0

Таблиця 3

Рівень прояву ознак у батьківських компонентів схрещування та гібридних популяцій F₁ за їх участі

Батьківські форми	Висота рослин, см				Кількість продуктивних стебел, шт.				Маса зерна з рослини, г				Маса 1000 зерен, г			
	2021		2022		2021		2022		2021		2022		2021		2022	
	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁
CDC Gainer	99,6	82,9	84,5	78,2	7,0	4,3	7,6	4,6	8,3	4,9	8,6	5,5	45,3	47,5	47,8	51,1
CDC Hilose	100,2	82,5	77,9	77,9	6,2	4,8	6,4	4,0	7,0	5,6	7,9	4,6	45,2	48,7	48,7	48,1
CDC ExPlus	96,2	79,4	77,2	78,2	6,6	3,9	5,8	5,1	7,8	4,6	7,0	6,0	46,2	47,3	49,0	50,3
Roseland	95,2	82,1	77,5	78,0	6,1	4,4	5,0	5,0	7,0	5,2	5,8	5,8	44,7	48,8	45,5	48,7
Alamo	84,4	80,2	74,4	76,6	5,7	3,8	4,7	4,2	5,7	4,5	4,7	5,1	47,8	50,5	48,8	52,6
Козацький	82,1	79,3	70,6	76,5	5,8	4,3	3,9	4,0	5,6	5,1	4,3	4,6	49,1	51,3	53,9	53,7
Натаір	80,3	77,6	67,1	73,2	6,4	4,4	5,4	4,7	6,7	4,8	5,8	5,6	52,3	48,3	53,9	53,9
НІР _{0,5}	3,6	3,4	3,4	3,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	2,3	2,7	2,1	2,0

Батьківські форми	Довжина колоса, см				Кількість зерен у колосі, шт.				Маса зерна з колоса, г			
	2021		2022		2021		2022		2021		2022	
	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁
CDC Gainer	10,0	9,5	10,1	9,6	28,7	26,9	28,9	27,2	1,31	1,28	1,38	1,39
CDC Hilose	9,4	9,6	9,8	9,4	29,4	27,4	30,2	26,9	1,33	1,34	1,47	1,30
CDC ExPlus	9,2	9,5	9,4	9,5	29,1	27,7	26,6	27,9	1,34	1,32	1,31	1,39
Roseland	9,8	10,1	9,7	9,6	29,2	28,3	29,0	27,1	1,30	1,39	1,32	1,32
Alamo	10,1	9,6	10,1	9,5	25,8	26,2	24,8	26,4	1,20	1,32	1,16	1,36
Козацький	8,2	9,5	8,4	9,2	23,2	26,0	23,4	25,3	1,10	1,34	1,27	1,35
Натаір	9,1	9,3	8,9	9,2	26,9	25,6	23,7	25,3	1,21	1,24	1,28	1,36
НІР _{0,5}	0,3	0,2	0,2	0,2	2,1	1,9	2,3	2,2	0,07	0,09	0,10	0,06

Примітки: P – рівень прояву ознаки батьківського компонента. F₁ – середнє значення рівня прояву ознаки всіх гібридних популяцій з відповідним батьківським компонентом

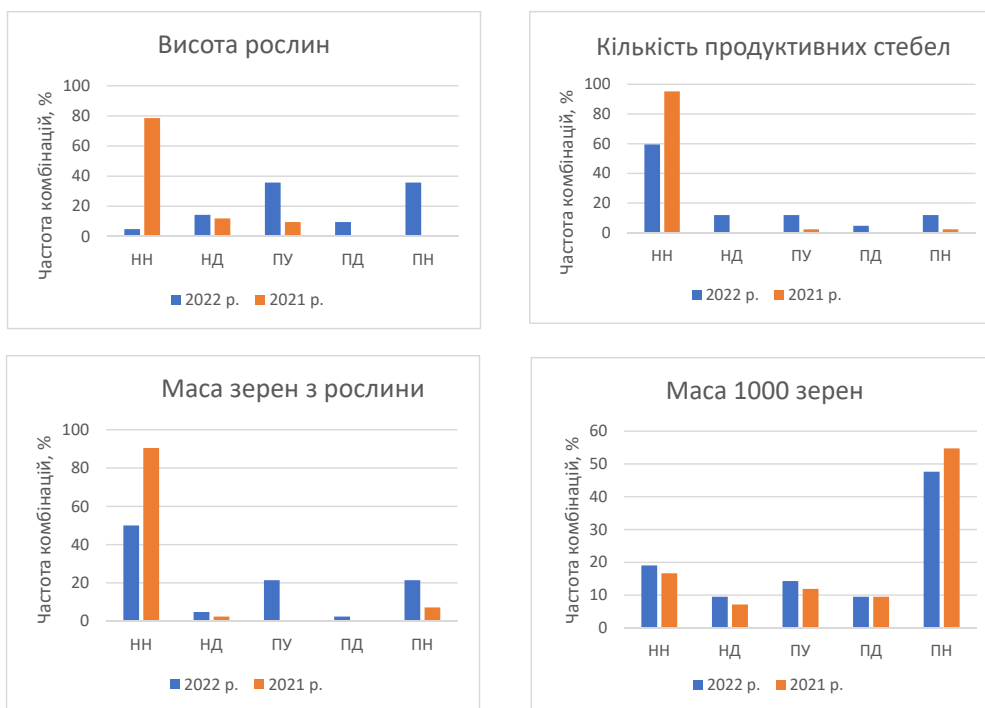


Рис. 1. Розподіл гібридів F₁ ячменю ярого за величиною *h_p*, (% комбінацій), 2021–2022 рр.

Примітки: NN – негативне наддомінування, ND – негативне домінування, PU – проміжне успадкування, PD – позитивне домінування, PN – позитивне наддомінування

В умовах 2021 р. переважаючим типом успадкування висоти рослин була депресія, а в умовах 2022 р. виявив усі можливі типи успадкування з переважанням гетерозису (36,0 %) та проміжного успадкування (36,0 %). У селекції на стійкість до вилягання цікавим є виділення форм з низьким стеблом. Зокрема виділили реципрокні гібридні популяції CDC Gainer / CDC Nilose які виявили депресію за ознакою; у 6 гібридних популяціях (14 %) встановили часткове негативне домінування.

В умовах 2021 р. максимальним (понад 85 см) значенням ознаки характеризувались гібриди за участю в якості материнської форми сорту CDC Gainer, окрім комбінації CDC Gainer / Натаір. Потрібно відмітити що середнє значення рівня прояву ознаки всіх гібридних популяцій з сортом Натаір було істотно нижче порівняно з іншими комбінаціями в роки досліджень. В 2022 р. сорт CDC Gainer сформував найвище стебло серед батьківських форм, а гібриди за його участі також мали в середньому найвищі показники висоти рослин серед інших гібридних популяцій. Проведення ефективного добору короткостеблових форм передбачається у ранніх поколіннях гібридних популяцій з високим ступенем успадкування ознаки висоти рослини, особливо з частковим або повним домінування низькорослості. Оскільки успадкування висоти рослин залежить від компонентів схрещування, при селекції ячменю ярого голозерного на стійкість до вилягання методом гібридизації однією з батьківських форм обов'язково повинен бути низькорослий сорт (наприклад, Натаір).

Варіювання кількості продуктивних стебел у батьківських форм було в межах 5,7–7,0 шт. (2021 р.) та 3,9–7,6 шт. (2022 р.). Високою продуктивною куцистістю за роки досліджень виділявся сорт CDC Gainer (7,0–7,6 шт.). В умовах 2021 р. 95 % гібридних популяцій виявили негативне наддомінування за продуктивною куцистістю, лише комбінація CDC Gainer / CDC Nilose виявила позитивне наддомінування за даною ознакою. Гібридні популяції F_1 у 2022 р. в переважній більшості (84 %) виявили нижче продуктивне куціння порівняно до батьківських компонентів, ступінь фенотипового домінування за ознакою відзначався переважно депресією (60 %), НД (12 %) та ПУ (12 %). Позитивний гетерозис відмічено у реципрокних гібридних популяцій Alamo / Roseland, у популяції Натаір / Roseland, CDC ExPlus / Roseland та CDC ExPlus / Натаір.

Високою продуктивністю рослини (враховуючи найвищі показники продуктивного куціння) виділявся сорт CDC Gainer (8,3–8,6 г). Гібридні популяції F_1 в абсолютній більшості 90 % (2021 р.) та 50 % (2022 р.) виявили нижчу продуктивність порівняно до батьківських компонентів (депресія). Позитивне наддомінування ознаки маса зерна з рослини встановили в 7 % (2021 р.) та 21 % (2022 р.) гібридних популяцій. Найбільшу масу зерна з рослини встановлено у комбінації Alamo / Roseland (9,75 г) у 2022 р. а в умовах 2021 р. ця комбінація проявила негативне домінування за продуктивністю рослини. Така ж ситуація спостерігалася й в успадкуванні крупності зерна окремими комбінаціями. Наприклад в схрещуванні Козацький / Натаір та Alamo / Натаір в умовах 2021 р. успадкування було за типом негатив-

ного наддомінування а в умовах 2022 р. ці ж комбінації проявили гетерозис за ознакою. Тобто можна відмітити зміну характеру успадкування ознаки в одних і тих же комбінаціях схрещування в різні роки.

За крупністю зерна, вираженою масою 1000 зерен з рослини, батьківські форми істотно відрізнялися між собою. Високою масою 1000 зерен вирізнявся сорт Натаір та Козацький за два роки досліджень. Гібридні популяції F_1 в переважно виявили позитивне наддомінування за крупністю зерна – відмічено у 55 % (2021 р.) та 48 % (2022 р.) комбінацій, депресія встановлена у 17 % та 19 % комбінацій схрещування відповідно. Істотне зростання крупності зерна, в середньому, встановлено в комбінаціях схрещування з сортом Козацький. За використання сорту Козацький в якості запилювача відмічали успадкування за типом домінування та наддомінування високої маси 1000 зерен в гібридів у 6 одних і тих же комбінаціях з 12, в умовах обох років. Це може вказувати на донорські властивості сорту Козацький в селекції на підвищення крупності зерна.

Урожайність зерна є комплексним показником, що визначається багатьма елементами продуктивності, серед яких число колосків у головному колосі і його довжина, кількість зерен у колосі і маса зерна з колоса. Проблема підвищення продуктивності колоса завжди була актуальною і вирішується селекціонерами різними шляхами [17].

На рисунку 2 наведено розподіл гібридних комбінацій залежно від градацій величини показника фенотипового домінування за ознаками головного колоса: довжина, кількість зерен та його продуктивність.

За довжиною головного колоса на рослині встановлено всі типи успадкування за 2 роки досліджень, з переважанням проміжного успадкування (36 %), негативного наддомінування (24–33 %) та гетерозису (29–21 %) у схрещуваннях. Батьківські форми переважно встановили істотну відмінність: найдовший колос був у сортів CDC Gainer та Alamo (10–10,1 см), найменший – у сорту Козацький (8,2–8,4 см).

Позитивний гетерозис за довжиною колоса встановлено у схрещуваннях з сортом CDC ExPlus (у комбінаціях з сортами Roseland, Козацький й Натаір), також у гібридної популяції Натаір / Козацький за 2 роки вивчення.

Варіювання кількості зерен у колосі батьківських форм у роки досліджень було в однакових межах 23,2–29,4 та 23,4–30,2 шт. Більшу кількість зерен у колосі відмічено у сорту CDC Nilose (29,4–30,2 шт.). Фенотиповий прояв ознаки у гібридів від схрещувань був переважно за типом проміжного успадкування (33–36 %) та депресії (40–29 %) у комбінаціях в умовах 2021 та 2022 років відповідно. Відмічали також успадкування за типом позитивного домінування (10–5 %) та гетерозису (5–29 %) за кількістю зерен у колосі в гібридів. Виділили гібридні популяції які виявили позитивне домінування та гетерозис протягом 2 років за ознакою: CDC ExPlus / Roseland, Alamo / Roseland та Козацький / CDC ExPlus.

Варіювання маси зерна з головного колоса батьківських форм в абсолютних величинах було незначне: в межах 1,10–1,34 г та 1,16–1,47 г в 2021 та 2022 р. від-

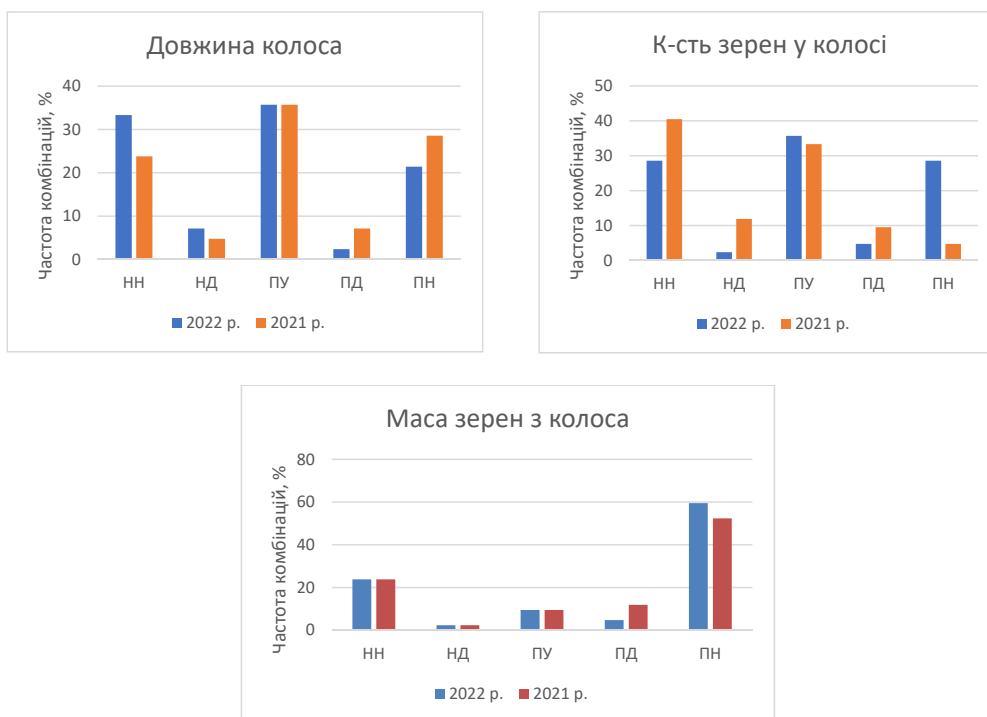


Рис. 2. Розподіл гібридів F1 ячменю ярого за величиною *hr*, (% комбінацій), 2021–2022 рр.

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

повідно. Гібридні популяції F_1 в переважній більшості виявили позитивне наддомінування за ознакою – відмічено у 52–60 % комбінацій. Однакову частку комбінацій з депресією (24 %), негативним домінуванням (2 %) та проміжним успадкуванням (10 %) встановлено два роки підряд (рис. 2). За два роки досліджень у 11 комбінаціях спостерігали кардинально протилежні типи успадкування маси зерна з колоса «гетерозис-депресія», що свідчить про вплив умов середовища на характер успадкування вказаної ознаки. 12 комбінацій підтверджували стабільний за 2 роки гетерозис за масою зерна з колоса, ще 4 комбінації виявляли в один рік позитивне домінування в інший позитивне наддомінування за цією ознакою. Виділялася комбінація Alamo / Roseland з стабільним за роками рівнем гетерозису – 4,91 (2021 р.) і 4,36 (2022 р.) і масою зерна з колоса, з найвищими показниками – 1,47 і 1,63 г відповідно. Отже передбачається можливість добору в наступних поколіннях цінних генотипів, що переважатимуть батьківські компоненти за цією ознакою.

Висновки. Результати досліджень вказують, що характер успадкування довжини стебла та елементів продуктивності ячменю ярого голозерного досить складний і проявляється в різних взаємодіях генотип-середовище. Виділені комбінації схрещування з проявом позитивного домінування та гетерозису за 2 роки досліджень, що можуть становити практичну селекційну цінність для комбінування ознак продуктивності в гібридних популяціях ячменю ярого голозерного. При селекції на стійкість до вилягання методом гібридизації можливе використання в якості компоненту схрещування низь-

корослого сорту Натаір. Істотне зростання крупності зерна встановлено в комбінаціях схрещування з сортом Козацький, що може вказувати на його донорські властивості в селекції на підвищення крупності зерна. Виділено комбінацію Alamo / Roseland з стабільним за роками рівнем гетерозису за масою зерна з колоса, й позитивним домінування та наддомінуванням за кількістю зерен у колосі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. 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, 12(12):4938. <https://doi.org/10.3390/su12124938>.
2. Fawzia Bouchetat, Abdelkader Aissat. Evaluation of the genetic determinism of an F_1 generation of barley resulting from a complete diallel cross between autochthones and introduced cultivars, *Heliyon*. 2019, Vol. 5, Issue 11, e02744, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02744>.
3. Akgun N., Topal A. Regression analysis of grain weight per plant in barley crosses. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2011, Vol. 17, (No 6), P. 773–776.
4. Dyulgerov N., Dyulgerova B. Variability, heritability, and correlations among grain yield and related traits in hullless barley accessions. *Trakia Journal of Sciences*. 2020, Vol. 18, № 4, P. 285–293. doi: 10.15547/tjs.2020.04.002
5. Yadav S.K., Singh A.K., Pandey P., Singh, S. Genetic variability and direct selection criterion for seed yield in segregating generations of Barley (*Hordeum*

- vulgare L.). *American Journal of Plant Sciences*. 2015, 6, P. 1543–1549. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.69153>
- Васько Н.І., Солонечний П.М., Солонечна О.В. Ступінь домінантності у F₁ ячменю від схрещування з голозерними сортами. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (7 червня 2019 р., м. Київ), 2019. С. 18–21.
 - Aghamiri S., Mostafavi K., Mohammadi A. Genetic study of agronomic traits in barley based diallel cross analysis. *Adv. Environ. Biol.* 2012, 6, P. 62–68.
 - Varzaru S., Ciulca S. Analysis of gene effects for grains traits in winter barley. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 2013, Vol. 17(2), P. 299–302.
 - Компанець К.В., Козаченко М.Р. Успадкування продуктивності та її структурних елементів у F₁ гібридів ячменю ярого. *Генетичні ресурси рослин*. 2017, № 20. С. 43–55.
 - Zymogliad O.V., Kozachenko M.R., Vasko N.I., Solonechnyi P.M., Vazhenina O.E., Naumov O.G. Performance inheritance and combining ability of spring barley accessions. *Селекція і насінництво*. 2021, Вип. 119. С. 106–116. doi: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.237026>
 - Johnson G.F., Whittington W.J. Inheritance of yield components and yield in relation to evidence for heterosis in F₁ barley hybrids. *Euphytica*. 1978, 27, P. 587–591. <https://doi.org/10.1007/BF00043186>
 - Лисенко, А.А., Гудзенко В.М. Комбінаційна здатність та успадкування пов'язаних з урожайністю ознак в F₁ ячменю озимого в умовах Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2023. 18 (4), P. 251–261. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273986>
 - Eshghi R., Akhundova E. Genetic analysis of grain yield and some agronomic traits in hulless barley. *African Journal of Agricultural Research*. 2009, Vol. 4(12), P. 1464–1474.
 - Eshghi, R., E. Akhundova. Inheritance of some important agronomic traits in hulless barley. *Int. J. Agric. Biol.* 2010, 12, P. 73–76.
 - Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965, Vol. 39. 3 p.
 - Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950, Vol. 35. P. 303–321.
 - Кузьменко Є.А., Хоменко С.О., Федоренко М.В. Ступінь фенотипового домінування ознак продуктивності у гібридів першого покоління пшениці твердої ярої. *Миронівський вісник*. 2018, Вип. 7, С. 54–67.
 - Akgun N., Topal A. (2011). Regression analysis of grain weight per plant in barley crosses. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 17 (6), 773–776.
 - Dyulgerov N., Dyulgerova B. (2020). Variability, heritability, and correlations among grain yield and related traits in hulless barley accessions. *Trakia Journal of Sciences*. 18, 4, 285–293. doi:10.15547/tjs.2020.04.002
 - Yadav S.K., Singh A.K., Pandey P., Singh, S. (2015). Genetic variability and direct selection criterion for seed yield in segregating generations of Barley (*Hordeum vulgare* L.). *American Journal of Plant Sciences*. 6, 1543–1549. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.69153>
 - Vasko N.I., Solonechnyi P.M., Solonechna O.V. (2019). Stupin dominantnosti u F₁ yachmeniu vid skhreshchuvannia z holozernymy sortamy. [The degree of dominance in F₁ barley from crosses with bare grain varieties.] *Svitovi roslinni resursy: stan ta perspektyvy rozvytku: materialy V Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (7 chervnia 2019 r., m. Kyiv)*. 18–21. [in Ukrainian].
 - Aghamiri S., Mostafavi K., Mohammadi A. (2012). Genetic study of agronomic traits in barley based diallel cross analysis. *Adv. Environ. Biol.* 6, 62–68.
 - Varzaru S., Ciulca S. (2013). Analysis of gene effects for grains traits in winter barley. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 17(2), 299–302.
 - Kompanets K.V., Kozachenko M.R. (2017). Uspadkuvannia produktyvnosti ta yii strukturnykh elementiv u F1 hibrydiv yachmeniu yaroho. [Inheritance of productivity and its structural elements in F1 spring barley hybrids]. *Plant genetic resources*. № 20. С. 43–55. [in Ukrainian].
 - Zymogliad O.V., Kozachenko M.R., Vasko N.I., Solonechnyi P.M., Vazhenina O.E., Naumov O.G. (2021). Performance inheritance and combining ability of spring barley accessions. *Plant breeding and seed production*. 119, 106–116. doi: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.237026>
 - Johnson G.F., Whittington W.J. (1978). Inheritance of yield components and yield in relation to evidence for heterosis in F₁ barley hybrids. *Euphytica*, 27, 587–591. <https://doi.org/10.1007/BF00043186>
 - Lysenko, A.A., Hudzenko V.M. (2023). Kombinatsiina zdadnist ta uspadkuvannia poviazanykh z urozhainistiu oznak v F1 yachmeniu ozymoho v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Combining ability and inheritance of yield-related traits in F1 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> [in Ukrainian].
 - Eshghi R., Akhundova E. (2009). Genetic analysis of grain yield and some agronomic traits in hulless barley. *African Journal of Agricultural Research*. 4 (12), 1464–1474.
 - Eshghi, R., E. Akhundova. (2010). Inheritance of some important agronomic traits in hulless barley. *Int. J. Agric. Biol.* 12, 73–76.
 - Beil G. M., Atkins R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 39, 3.
 - Griffing B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 35, 303–321.

REFERENCES:

- 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):4938. <https://doi.org/10.3390/su12124938>.
- Fawzia Bouchetat, Abdelkader Aissat. (2019). Evaluation of the genetic determinism of an F₁ generation of barley resulting from a complete diallel cross between autochthones and introduced cultivars, *Heliyon*. 5, 11, e02744, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02744>.

17. Kuzmenko Ye.A., Khomenko S.O., Fedorenko M.V. (2018). Stupin fenotipovoho dominuvannia oznak produktyvnosti u hibrydiv pershoho pokolinnia pshenytsi tverdoi yaroi. [Degree of phenotypic dominance of productivity features in spring durum wheat F_1 hybrids]. *Myronivskiy visnyk*. 7, 54–67. [in Ukrainian].

Буняк Н.М. Ступінь фенотипового домінування кількісних ознак у гібридних популяцій F_1 голозерного ячменю

Визначення закономірності успадкування кількісних ознак є основою для успішної селекції рослин. **Мета** роботи полягає в установленні показників фенотипового домінування кількісних ознак в системі діалельних схрещувань сортів ячменю ярого голозерного в умовах Північного Лісостепу України. **Методи.** Проведено дослідження зі створення та вивчення гібридних популяцій F_1 7 сортів ярого голозерного ячменю в системі діалельних схрещувань. Гібриди та батьківські форми аналізували за довжиною стебла, загальною куцистістю, продуктивною куцистістю, довжиною колоса основного стебла, кількістю зерен з колосу, масою зерна з колосу, масою зерен з рослини, масою 1000 зерен. Визначали успадкування продуктивності та її структурних елементів у F_1 гібридів ячменю ярого голозерного за показником ступеня фенотипового домінування (h_p) ознак. **Результати.** Результати досліджень вказують, що характер успадкування довжини стебла та елементів продуктивності ячменю ярого голозерного досить складний і проявляється в різних взаємодіях генотип-середовище. Виділені комбінації схрещування з проявом позитивного домінування та гетерозису за 2 роки досліджень, що можуть становити практичну селекційну цінність для комбінування ознак продуктивності в гібридних популяціях ячменю ярого голозерного. **Висновки.** При селекції на стійкість до вилягання методом гібридизації можливе використання в якості компонента схрещування низькорослого сорту Натаір. Істотне зростання крупності зерна встановлено в комбінаціях схрещування з сортом Козацький, що може вказувати на його донорські властивості в селекції на підвищення крупності зерна. Виділено комбінацію Alamo / Roseland

з стабільним за роками рівнем гетерозису за масою зерна з колоса, й позитивним домінуванням та наддомінуванням за кількістю зерен у колосі.

Ключові слова: ячмінь ярий, успадкування, урожайність, цінні господарські ознаки, добір.

Bunyak N.M. Degree of phenotypic dominance of quantitative features in hulless barley F_1 hybrids

Determining the pattern of inheritance of quantitative features is the basis for successful plant breeding. The **purpose** of the work is to establish indicators of phenotypic dominance of quantitative features in the system of diallel crossings of spring hulless barley varieties in the conditions of the Northern Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** Research was conducted on the creation and study of hybrids F_1 of 7 varieties of spring hulless barley in the system of diallel crossings. Hybrids and parent forms were analyzed by plant height, total tillering, productive tillering, spike length, kernel number per spike, grain weight per spike, grain weight per plant, weight of 1000 grains. Inheritance of productivity and its structural elements in hybrids F_1 of spring hulless grain barley was determined by the degree of phenotypic dominance (h_p) of traits. **Results.** The results of research indicate that the nature of inheritance of plant height and elements of spring hulless barley productivity is quite complex and manifests itself in various genotype-environment interactions. Crossing combinations with the manifestation of positive dominance and heterosis over 2 years of research have been identified, which can be of practical breeding value for combining productivity traits in hybrid populations of spring hulless barley. **Conclusions.** When breeding for lodging resistance by the hybridization method, it is possible to use the low-growing variety Natair as a component of crossing. A significant increase in mass of 1000 grains was found in crossbreeding combinations with the Kozatskiy variety, which may indicate its donor properties in selection to increase grain size. Alamo / Roseland combination was identified with a stable level of heterosis over the years in terms of grain weight per spike, and positive dominance and overdominance in kernel number per spike.

Key words: spring barley, inheritance, productivity, valuable economic traits, selection.