

РІВЕНЬ ГЕТЕРОЗИСУ ТА СТУПІНЬ ФЕНОТИПОВОГО ДОМІНУВАННЯ ОСНОВНИХ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ У F₁ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

Тромсюк Валентина Дмитрівна

науковий співробітник

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України, м. Вінниця, Україна

ORCID: 0000-0003-4741-6284

troms23@i.ua

Бугайов Василь Дмитрович

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України, м. Вінниця, Україна

ORCID: 0000-0003-1799-6599

bugayovvd@ukr.net

При створенні сортів тритикале озимого для досягнення більш високих результатів продуктивності, а саме оволодіння ефектом гетерозису, необхідно попередньо оцінити батьківські форми. Найбільш повну характеристику матеріалу, що досліджується, можна отримати, використовуючи метод діалельного аналізу, який базується на результатах оцінки F₁ і дає змогу визначити комбінаційну здатність форм, які беруть участь у схрещуванні.

Наведені результати досліджень (2014–2017 рр.) прояву ефектів гетерозису та характеру успадкування основних ознак продуктивності у 30 гібридних популяціях (F₁). У схрещуваннях за схемою повного діалельного аналізу використали шість сортів тритикале озимого різного еколого-географічного походження та прояву цінних господарських ознак: Половецьке (Україна), Амос (Україна), Каприз (Росія), Цекад 90 (Росія), Дубрава (Білорусія), і Раво (Польща).

Визначення ступеня фенотипового домінування та рівня ефектів гетерозису дозволив виявити за продуктивною куцистістю 16 кращих гібридних комбінацій, порівняно з батьківськими формами; кількістю зерен з колосу – 6 гібридних комбінацій; масою зерна з колосу – 15 гібридних комбінацій; масою зерна з рослини – 16 гібридних комбінацій.

Отримані результати досліджень щодо ефектів гетерозису та ступеня фенотипового домінування в гібридних комбінаціях (F₁) тритикале озимого. Виявлено, що різні ознаки мали різні типи успадкування. Так, за ознаками «продуктивна куцистість», «маса зерна з колосу» та «маса зерна з рослини» спостерігався переважно гетерозис, тоді як за «кількістю насіння з колосу» – проміжне успадкування. За окремими комбінаціями спостерігалось частково позитивне домінування, частково від'ємне успадкування та депресія.

Виділено та пропонуються до використання в селекційному процесі кращі гібридні комбінації тритикале озимого за ознаками «продуктивна куцистість» – Дубрава / Амос та Амос / Дубрава, у яких *h_r* становив 27,6 і 16,7, гіпотетичний гетерозис – 15,5 % та 9,4 %, справжній гетерозис – 14,8 % та 8,7 % відповідно; «кількість зерен з колосу» – Половецьке / Каприз (*h_r* = 29,1), гіпотетичний гетерозис – 28,1 %, справжній гетерозис – 26,9 %; «маса насіння з колосу» – Дубрава / Каприз (*h_r* = 95,7), гіпотетичний гетерозис – 32,1 %, справжній гетерозис – 31,7 %; «маса зерна з рослини» – Дубрава / Каприз (*h_r* = 603), гіпотетичний гетерозис – 169,9 %, справжній гетерозис – 169,1 %.

Ключові слова: селекція, гібридні популяції, успадкування, гіпотетичний та істинний гетерозис.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.7>

Вступ. Сучасне сільськогосподарське виробництво, зорієнтоване на подальший розвиток завдяки інтенсивним факторам, висуває нові вимоги до пропонованих для впровадження нових сортів тритикале (Bililiuk et al., 2004). Тритикале, порівняно з іншими злаками, виділяється більш високою екологічною пластичністю в поєднанні з продуктивністю до 10–12 т/га зерна, здатністю забезпечувати задовільні врожаї на бідних ґрунтах, що робить його перспективною культурою в умовах дефіциту ресурсів та інтенсифікації сільськогосподарського виробництва (Maisak, 2020). Економічна ефективність упровадження тритикале підтверджується значними площами цієї культури в Європі, на які припадає 90 % світового виробництва (Skowrońska et al., 2020).

Створення нових сортів, які відповідають необхідним параметрам й ефективність селекційного процесу багато в чому залежать від різноманітності і вивченості вихідного матеріалу (Kriuchkova et al., 2021). До процесу гібридизації необхідно включати сорти різних екологічних груп, щоб підвищити імовірність найбільш сприятливих комбінацій. Найчастіше ви-

користовують внутрішньовидову гібридизацію еколого-географічно віддалених форм (Mazur, 2017; Diordiieva et al., 2020).

При створенні сортів тритикале озимого для досягнення більш високих результатів продуктивності, а саме оволодіння ефектом гетерозису, необхідно попередньо оцінити батьківські форми. Найбільш повну характеристику матеріалу, що досліджується, можна отримати використовуючи метод діалельного аналізу, який базується на результатах оцінки F₁ і дає змогу визначити комбінаційну здатність форм, які беруть участь у схрещуванні (Huzhov et al., 1991).

Тритикале має великий потенціал прояву гетерозису, ніж пшениця, внаслідок того, що до складу геному цієї культури входить набір хромосом жита, який обумовлює схильність до перехресного запилення (Oettler et al., 2005). Доведено, що гетерозис може з успіхом застосовуватись для підвищення урожайності та окремих компонентів якості зерна (Weissmann, 2002).

Ступінь фенотипового домінування як показник для

оцінки селекційного матеріалу на ранніх етапах випробування використовується у багатьох культурах: пшениці, тритикале, гречці, ячмені та інших. Дослідження за цим показником підтверджують можливість його використання при підборі пар для схрещування, а також для швидкої оцінки гібридних нащадків (Zhuchenko, 1980).

Аналіз останніх досліджень свідчить про різні типи успадкування ознак у F_1 тритикале. Так, Т. В. Лілік визначила, що успадкування у F_1 ознак кількість продуктивних стебел, маса зерна з колосу, маса 1000 насінин, маса зерна з рослини відбувається за типом від негативного домінування до позитивного наддомінування (Lilyk, 2013). Дослідженнями Т. А. Асеєвої та ін. виявлено різні типи успадкування ознак (продуктивної кущистості, довжини колосу, кількості колосків з колосу, маси зерна з рослини, маси 1000 насінин в F_1 тритикале ярого) – від негативного наддомінування до позитивного (Aseeva & Zenkina, 2018). За результатами досліджень С. І. Лятамборг встановлено, що у більшості вивчених гібридів (F_1) гетерозис проявляється одночасно за двома трьома ознаками, а дві гібридні комбінації Ир. Болгария / Гайдук і Канар / Стил перевершили батьківські форми за всіма п'ятьма ознаками (довжина колоса, кількість колосків, кількість і маса зерен з колосу, маса 1000 насінин) (Ljatamborg, 2020).

Рівень гетерозису жита можна порівняти з рівнем гетерозису кукурудзи, проте він набагато вищий, ніж у пшениці, рису та ячменю, в яких істинний гетерозис не перевищує 5–10 % (Biliiuk, 1999). Досвід селекціонерів Німеччини зі створення гетерозисних гібридів першого покоління жита озимого на основі ЦЧС переконливо показав переваги гетерозисної селекції над популяційною, які оцінюються у середньому додатковою 15 % надбавкою урожаю (Adamchuk et al., 1981).

На основі проведеного аналізу гібридного матеріалу першого покоління жита озимого встановлено, що за ознакою «багатоквітковість» виявлено три типи успадкування, а саме: часткове позитивне домінування, проміжне та часткове негативне успадкування (Huba, 2021).

Аналіз морфологічних елементів структури аналізу батьківських форм та простих гібридів F_1 жита озимого показав, що ознака продуктивної кущистості та маса зерна з рослини успадкувалася як домінантна з ефектом гетерозису. За ознакою маса зерна з рослини у гібридів ЧС-16/лінія 44, ЧС20/лінія 44 та ЧС-201А/лінія 44 спостерігається гетерозис (Mazur, 2020).

За результатами досліджень Є. В. Заїки успадкування ознаки пшениці м'якої озимої «кількість зерен з колосу» у семи з дванадцяти гібридних комбінацій йшло за типом позитивного наддомінування в однієї – за типом позитивного домінування, у двох – за типом проміжного успадкування; в однієї – негативне наддомінування (Zaika, 2015).

Дослідженнями О. М. Бакуменко виявлено значну диференціацію за масою 1000 насінин комбінацій F_1 пшениці озимої. Спостерігається тенденція щодо прояву гетерозису та наддомінування у гібридів, у яких батьківські форми містять у своєму генотипі 1BL/1RS або 1AL/1RS транслокацію. Успадкування маси 1000 насінин відбувається за типами: наддомінування (37 %), часткове позитивне домінування (10 %), проміжне успадкування (20 %), часткове від'ємне успадкування (7 %), депресія (27 %) (Bakumenko, 2015).

За дослідженнями Л. Г. Білявської кількісних ознак F_1 сої в усіх комбінацій за ознаками кількості бобів і кількості

насінин з однієї рослини відмічено позитивний гетерозис. З урахуванням комплексу ознак для подальшого селекційного опрацювання відібрано дві гібридні популяції – Аметист / Мяо-ян-Дуо та Аметист / Краса Поділля (Bilavaska, 2012).

Ю. А. Лісова встановила гетерозисні ефекти за ознаками продуктивності у 10 гібридних популяцій вівса в першому поколінні. Виділено гібридні популяції з позитивними значеннями різних видів гетерозису за ознаками продуктивної кущистості, кількості зерен у волоті та маси зерна у волоті і з рослини. Виявлено, що сорт Ант і селекційна лінія ІЗО 198-4 були найбільш ефективними батьківськими формами для створення гетерозисних гібридів за ознаками продуктивності (Lisova, 2014).

Мета статті – визначення закономірності прояву гетерозису та ступінь фенотипового домінування F_1 тритикале озимого за продуктивною кущистістю, кількістю зерен із колосу та масою насіння з колосу.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились у 2014–2017 рр. на полях Інституту кормів та сільськогосподарства Поділля НААН України. Грунтовий покрив дослідної ділянки, де проводились дослідження представлений сірими лісовими середньосуглинковими ґрунтами із вмістом гумусу в орному шарі на рівні 2 %. Уміст гумусу (за Тюрнімом) 2,1–2,4 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) 90–112 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим), відповідно, 121–142 і 81–116 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину, в основному, слабокисла, рН 5,1–5,3.

У схрещуваннях за схемою повного діалельного аналізу використали шість сортів тритикале озимого різного еколого-географічного походження та прояву цінних господарських ознак: Половецьке (UA0602494), Амос (UA0602627) походженням з України; Каприз (UA0601781), Цекад 90 (UA0602066) – Росії; Дубрава (UA0602222) – Білорусії і Раво (UA0602555) – Польщі.

Гідротермічні умови за період досліджень 2014–2017 рр. характеризувалися неоднорідними розподілом опадів та температурним режимом, порівняно з середньобаторічними значеннями. У цілому, гідротермічні умови у роки досліджень можна вважати задовільними для формування елементів продуктивності рослин тритикале озимого.

Статистичну обробку вихідних даних проводили за допомогою програмного забезпечення "Microsoft Excel".

Прояв гетерозису визначали за D. F. Matzinger (Matzinger et al., 1962) та S. Fonseca й F. Patterson (Fonseca & Patterson, 1968).

$$Ht (\%) = (F_1 - MP) / MP \cdot 100, \quad (1)$$

$$Hbt (\%) = (F_1 - BP) / BP \cdot 100, \quad (2)$$

де F_1 – середнє арифметичне значення ознаки гібрида;

MP – найвищий прояв ознаки одного з батьків;

BP – середнє арифметичне значення показника обох батьківських форм.

Гіпотетичний гетерозис (Ht) показує перевищення прояву ознаки у гібрида F_1 над середнім значенням батьківських компонентів (Mazer & Dzhynks, 1985). Гетерозис істинний (Hbt) – дає змогу виявити найбільш сильний прояв ознаки у F_1 , порівняно з кращою батьківською формою й оцінити селекційну цінність гібрида (Singh et al., 2004).

Ступінь фенотипового домінування у гібридних комбінаціях визначали за формулою B. Griffing (Griffing,

1950):

$$h_r = (F_1 - MP) / (BP - MP), \quad (3)$$

Групування отриманих даних проводили згідно класифікації G. M. Veil та R. E. Atkins (Veil & Atkins, 1965):

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

Результати. Визначення ступеня фенотипового домінування та рівня ефектів гетерозису дозволило виявити 16 кращих гібридних комбінацій за продуктивною куцистістю, порівняно з батьківськими формами (табл. 1).

Таблиця 1

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за продуктивною куцистістю в F_1 тритикале озимого (2016 р.)

Назва зразка	Продуктивна куцистість, шт.			Ht, %	Hbt, %	h_r
	P_1	P_2	F_1			
Половецьке / Амос	7,5	6,2	7,6	10,7	1,1	1,1
Половецьке / Каприз	7,5	6,7	12,0	69,4	60,0	11,8
Половецьке / Дубрава	7,5	6,3	10,3	50,1	37,8	5,6
Амос / Цекад 90	6,2	6,8	6,9	6,6	1,9	1,4
Амос / Каприз	6,2	6,7	7,0	8,8	4,9	2,4
Амос / Дубрава	6,2	6,3	6,8	9,4	8,7	16,7
Амос / Рауо	6,2	5,9	6,4	6,2	3,7	2,6
Цекад 90 / Половецьке	6,8	7,5	7,9	10,6	5,5	2,2
Цекад 90 / Амос	6,8	6,2	7,3	11,8	6,9	2,6
Цекад 90 / Дубрава	6,8	6,3	8,7	33,9	28,7	8,4
Цекад 90 / Рауо	6,8	5,9	7,0	10,1	2,9	1,4
Каприз / Амос	6,7	6,2	7,6	18,8	14,6	5,1
Дубрава / Амос	6,3	6,2	7,2	15,5	14,8	27,6
Дубрава / Цекад 90	6,3	6,8	7,0	7,1	2,9	1,8
Дубрава / Каприз	6,3	6,7	9,0	39,1	34,9	12,7
Рауо / Амос	5,9	6,2	7,7	27,4	24,4	11,4

Примітка: P_1 – материнська форма, P_2 – батьківська форма, F_1 – гібрид, Ht – гіпотетичний гетерозис, Hbt – істинний гетерозис, h_r – ступінь фенотипового домінування.

Серед них слід виділити Дубрава / Амос та Амос / Дубрава, у яких h_r становив 27,6 і 16,7, гіпотетичний гетерозис – 15,5 % та 9,4 %, справжній гетерозис – 14,8 % та 8,7 % відповідно.

У цілому з 30 гібридних комбінацій ефект гетерозису за продуктивною куцистістю виявлено у 16 гібридів, проміжне успадкування – у 4, часткове від'ємне успадкування – у 3, депресія – у 7.

Покращення продуктивності сорту може бути за рахунок збільшення кількості зерен із колосу. Спадковість кількості зерен із колосу більш достовірна і вести добір за цією ознакою ефективно та значною мірою визначається впливом різних умов середовища і, передусім, метеорологічних (Shelepov et al., 2007; Prosunko, 2004). За кількістю зерен із колосу виявлено 6 кращих гібридних комбінацій, порівняно з вихідними батьківськими формами (табл. 2).

Таблиця 2

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за кількістю зерен з колосу в F_1 тритикале озимого (2016 р.)

Назва зразка	Кількість зерен, шт.			Ht, %	Hbt, %	h_r
	P_1	P_2	F_1			
Половецьке / Амос	71,9	65,6	64,8	-5,8	-9,9	-1,3
Половецьке / Каприз	71,9	73,3	93,0	28,1	26,9	29,1
Половецьке / Дубрава	71,9	94,1	82,0	-1,2	-12,9	-0,1
Амос / Цекад 90	65,6	70,1	76,4	12,5	8,9	3,8
Амос / Каприз	65,6	73,3	57,8	-16,8	-21,1	-3,0
Амос / Дубрава	65,6	94,1	76,4	-4,4	-18,8	-0,2
Амос / Рауо	65,6	96,1	80,4	-0,5	-16,3	0,0
Цекад 90 / Половецьке	70,1	71,9	77,3	8,8	7,5	7,0
Цекад 90 / Амос	70,1	65,6	63,9	-5,9	-8,9	-1,8
Цекад 90 / Дубрава	70,1	94,1	80,4	-2,1	-14,6	-0,1
Цекад 90 / Рауо	70,1	96,1	85,8	3,2	-10,7	0,2
Каприз / Амос	73,3	65,6	64,8	-6,7	-11,6	-1,2
Дубрава / Амос	94,1	65,6	70,9	-11,2	-24,7	-0,6
Дубрава / Цекад 90	94,1	70,1	88,1	7,4	-6,3	0,5
Дубрава / Каприз	94,1	73,3	96,0	14,7	2,0	1,2
Рауо / Амос	96,1	65,6	62,9	-22,3	-34,6	-1,2

Серед них слід виділити Половецьке / Каприз (hp = 29,1), гіпотетичний гетерозис – 28,1 %, справжній гетерозис – 26,9 %. Решта гібридних комбінацій тритикале озимого за ступенем домінування розподілились наступним чином: проміжне успадкування – 15, часткове від'ємне успадкування – 2, депресія – 9.

Обговорення. Одним з головних елементів структури урожаю, який безпосередньо цікавить кожного селекціонера,

є маса зерна з колосу – комплексний показник, що характеризує одночасно масу і загальну кількість зерен із колосу (Lozinska, 2019).

За масою зерна з колосу виявлено 15 кращих гібридних комбінацій порівняно із батьківськими формами (табл. 3). Серед них слід виділити комбінацію Дубрава / Каприз (hp = 95,7), гіпотетичний гетерозис – 32,1 %, справжній гетерозис – 31,7 %.

Таблиця 3

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за масою зерна з колосу в F₁ тритикале озимого (2016 р.)

Назва зразка	Маса зерна з колосу, г.			Ht, %	Hbt, %	hp
	P ₁	P ₂	F ₁			
Половецьке / Амос	4,1	3,4	4,0	6,5	-2,7	0,7
Половецьке / Каприз	4,1	4,5	5,9	38,7	32,6	8,4
Половецьке / Дубрава	4,1	4,5	4,4	3,0	-1,8	0,6
Амос / Цекад 90	3,4	4,3	5,3	37,8	23,1	3,2
Амос / Каприз	3,4	4,5	3,3	-15,5	-25,8	-1,1
Амос / Дубрава	3,4	4,5	4,3	9,2	-4,4	0,6
Амос / Раво	3,4	5,1	4,7	10,7	-8,4	0,5
Цекад 90 / Половецьке	4,3	4,1	5,0	19,4	16,5	7,7
Цекад 90 / Амос	4,3	3,4	4,6	21,8	8,8	1,8
Цекад 90 / Дубрава	4,3	4,5	4,9	11,1	8,5	4,6
Цекад 90 / Раво	4,3	5,1	5,6	20,0	9,9	2,2
Каприз / Амос	4,5	3,4	3,9	-1,2	-13,3	-0,1
Дубрава / Амос	4,5	3,4	3,8	-2,6	-14,7	-0,2
Дубрава / Цекад 90	4,5	4,3	4,5	3,5	1,1	1,5
Дубрава / Каприз	4,5	4,5	5,9	32,1	31,7	95,7
Раво / Амос	5,1	3,4	3,8	-10,8	-26,2	-0,5

Високий рівень гетерозису свідчить про перспективність доборів за цією ознакою. Решта гібридних комбінацій тритикале озимого за ступенем домінування розподілились наступним чином: часткове позитивне домінування – 4, проміжне успадкування – 4, часткове від'ємне успадкування – 1, депресія – 6.

За масою зерна з рослини виявлено 16 кращих гібридних комбінацій, порівняно із батьківськими формами (табл. 4). Серед них слід виділити комбінацію Дубрава / Каприз (hp = 603), гіпотетичний гетерозис – 169,9 %, справжній гетерозис – 169,1 %.

Таблиця 4

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за масою зерна з рослини в F₁ тритикале озимого (2016 р.)

Назва зразка	Маса зерна з рослини, г.			Ht, %	Hbt, %	hp
	P ₁	P ₂	F ₁			
Половецьке / Амос	20,9	14,6	20,6	15,9	-1,6	0,9
Половецьке / Каприз	20,9	17,7	57,1	195,9	173,2	23,6
Половецьке / Дубрава	20,9	17,8	30,2	55,9	44,3	7,0
Амос / Цекад 90	14,6	21,6	23,4	29,0	8,1	1,5
Амос / Каприз	14,6	17,7	17,0	5,1	-4,1	0,5
Амос / Дубрава	14,6	17,8	20,4	26,2	14,8	2,6
Амос / Раво	14,6	18,7	19,3	16,1	3,4	1,3
Цекад 90 / Половецьке	21,6	20,9	26,9	26,5	24,5	16,1
Цекад 90 / Амос	21,6	14,6	25,3	39,7	17,0	2,1
Цекад 90 / Дубрава	21,6	17,8	34,8	76,4	60,9	7,9
Цекад 90 / Раво	21,6	18,7	28,7	42,3	32,8	5,9
Каприз / Амос	17,7	14,6	20,2	24,8	13,8	2,6
Дубрава / Амос	17,8	14,6	19,7	21,4	10,4	2,2
Дубрава / Цекад 90	17,8	21,6	20,7	5,2	-4,0	0,5
Дубрава / Каприз	17,8	17,7	47,9	169,9	169,1	603,0
Раво / Амос	18,7	14,6	16,8	0,6	-10,4	0,1

Решта гібридних комбінацій тритикале озимого за ступенем домінування розподілились наступним чином: часткове позитивне домінування – 4, проміжне успадкування – 2, часткове від'ємне успадкування – 1, депресія – 8.

Висновки. Отримано результати досліджень щодо ефектів гетерозису та ступеня фенотипового домінування у

гібридних комбінаціях (F₁) тритикале озимого. Виявлено, що різні ознаки мали різні типи успадкування. Так, за ознаками «продуктивна кущистість», «маса зерна з колосу» та «маса зерна з рослини» спостерігався переважно гетерозис, тоді як за «кількістю насіння з колосу» – проміжне успадкування. За окремими комбінаціями спостерігалось частково позитивне

домінування, частково від'ємне успадкування та депресія.

Виділено та пропонуються до використання у селекційному процесі кращі гібридні комбінації тритикале озимого за ознаками «продуктивна куцистість» – Дубрава / Амос та Амос / Дубрава, в яких h_r становив 27,6 і 16,7, гіпотетичний гетерозис – 15,5 % та 9,4 %, справжній гетерозис – 14,8 % та 8,7 % відповідно; «кількість зерен з колосу» – Половецьке /

Каприз ($h_r = 29,1$), гіпотетичний гетерозис – 28,1 %, справжній гетерозис – 26,9 %; «маса насіння з колосу» – Дубрава / Каприз ($h_r = 95,7$), гіпотетичний гетерозис – 32,1 %, справжній гетерозис – 31,7 %; «маса зерна з рослини» – Дубрава / Каприз ($h_r = 603$), гіпотетичний гетерозис – 169,9 %, справжній гетерозис – 169,1 %.

Бібліографічні посилання:

1. Adamchuk, G. K., Zdril'ko, A. F., & Derevjanko, V. P. (1981). Sozdanie geneticheskoy sistemy CMS dlja korotkostebel'noj rzhi [Creation of the CMS genetic system for short-stemmed rye]. *Novoe v selekcii, semenovodstve, tehnologii vzdelyvanija ozimoy rzhi i opyt ispol'zovanija kampakazana*, 126–128 (in Russian).
2. Aseeva, T. A., & Zenkina, K. V. (2018) Nasledovanie osnovnykh hozjajstvenno cennykh priznakov gibridami jarovogo tritikale F_1 v uslovijah Srednego Priamur'ja. [Inheritance of the main economically valuable traits by hybrids of spring triticale F_1 in the conditions of Middle Amur region]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 4(48), 7–12 (in Russian).
3. Bakumenko, O. M., & Vlasenko, V. A. (2015) Heterozys ta uspadkuvannia masy 1000 nasynyn v F_1 pshenytsi miakoi ozymoi (*Triticum aestivum* L.). [Heterosis and inheritance of 1000 seed weight in F_1 soft winter wheat]. *Avtokhtonni ta introdukovani roslyny*, 11, 67–73 (in Ukrainian).
4. Beil, G. M., & Atkins, R. E. (1965) Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*, 39, 3.
5. Biliavska, L. H., & Kornieieva, O. M. (2012) Fenotypovy proiav kisnykh oznak u hibrydnykh kombinatsiakh F_1 soi [Phenotypic manifestation of quantitative traits in F_1 soybean hybrid combinations]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*, 1, 28–31 (in Ukrainian).
6. Bilitiuk, A. P. (1999) Porivnialna produktyvnist ozymykh zernovykh kultur u Lisostepovii zoni Volyni [Comparative productivity of winter grain crops in the Forest-Steppe zone of Volyn]. *Visnyk ahraryno nauky*, 1, 31–34 (in Ukrainian).
7. Bilitiuk, A. P., Hirko, V. S., Kalenska, S. M., & Andrushkiv, M. I. (2004) Trytykale v Ukraini [Triticale in Ukraine]. *Navch. posibn. Ahraryna nauka*, Kyiv, 371 (in Ukrainian).
8. Diordiieva, I., Riabovol, Ia., & 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.
9. Fonseca, S., & Patterson, F. L. (1968) Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*, 1, 85–88.
10. Griffing, B. (1950) Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303–321.
11. Guzhov, Ju. L., Fuks, A., & Valichek, P. (1991). Selekcija i semenovodstvo kul'turnykh rastenij [Selection and seed production of cultivated plants]. *Agroizdat, Moskva* (in Russian).
12. Huba, I. I. (2021) Proiav i minlyvist bahatokvitkovosti u hibrydiv pershoho pokolinnia zhyta ozymoho [Manifestation and variability of multicolor in the hybrids of the first generation of winter rye]. *Colloquium-journal*, 5(92), 55–57 (in Ukrainian). doi: 10.24412/2520-6990-2021-592-55-57
13. Krjuchkova, N. A., Murugova, G. A., & Klykov, A. G. (2021) Velichina geterozisa hozjajstvenno-cennykh priznakov u mnogorjadnykh gibridov F_1 jarovogo jachmenja pri nasyshhajushhij skreshhivaniyah. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 1(73), 26–30. doi: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-26-30.
14. Lilyk, T. V., Bortnovskiy, V. M., & Buhaiova, N. A. (2013). Metody i rezultaty selektsii trytykale ozymoho furazhnoho typu vykorystannia [Methods and results of triticale selection of winter fodder type of use]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 77, 9–15 (in Ukrainian).
15. Lisova, Yu. A. (2014) Heterozys kil'kisnykh oznak u hibrydiv vivsa v pershomu pokolinni [Heterosis of quantitative traits in oat hybrids in the first generation]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*, 56(1), 108–116 (in Ukrainian).
16. Ljatamborg, S. I. Vevericje, E. K., Ratar', S. G., & Gore, A. I. (2020). Osnovnye rezultaty sozdaniya novykh form ozimyykh tritikale [The main results of the creation of new forms of winter triticale]. *Protectija plantelor - realizari si perspective*, 57, 337–342 (in Russian).
17. Lozinska, T. P. (2019). Uspadkuvannia ta transhresyva minlyvist masy zerna kolosa u F_1 i F_2 pshenytsi yaroi [Inheritance and transgressive variability of ear grain mass in F_1 and F_2 of spring wheat]. *Lohos. Mystetstvo naukovoi dumky*, 4, 129–131.
18. Majsak, G. P. Itogi ispytaniya sortov tritikale ozimoy v Permskom krae [Results of testing winter triticale varieties in the Perm Territory]. *Permskij agrarnyj vestnik*, 1, 53–59. doi: 10.24411/2307-2873-2020-10002 (in Russian).
19. Matzinger, D. F., Mannand, T. J., & Cockerham, C. C. (1962). Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*, 2, 238–286.
20. Mazer, K., & Dzhinks, Dzh. (1985) Biometricheskaja genetika [Biometric genetics]. *Mir, Moskva* (in Russian).
21. Mazur, O. V. (2017) Heterozys, stupin dominuvannia oznak zernovoi produktyvnosti sortiv soi [Heterosis, the degree of dominance of signs of grain productivity of soybean varieties]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 5, 91–98 (in Ukrainian).
22. Mazur, Z. O. (2020) Porivnialnakharakterystykakil'kisnykhhoznakbatkivskykhformtakrashchykhhibrydivzhytaozymoho [Heterosis, the degree of dominance of signs of grain productivity of soybean varieties]. *Scientific collection «Interconf»*, 3(33), 162–170 (in Ukrainian).

23. Oettler, G., Tams, S. H., & Utz, H. F. (2005). Prospect for hybrid breeding in winter triticale: I. Heterosis and combining ability for agronomic traits in European elite germplasm. *Crop. Sci.*, 45, 1476–1482.
24. Prosunko, V. M. (2004). Naslidky hlobalnoho poteplinnia klimatu v zemlerobstvi [The effects of global warming on agriculture]. *Ahronom*, 4, 67–69 (in Ukrainian).
25. Singh, H., Sharma, S. N., & Sain, R. S. (2004). Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. *Hereditas*, 141, 106–114.
26. Shelepov, V. V., Havryliuk, M. M., Chebakov, M. P., & Honchar, O. M. (2007) Seleksiia, nasinnystvo ta sortoznavstvo pshenytsi [Breeding, seed production and varietal science of wheat]. Myronivka, 405.
27. Skowrońska, R., Mariańska, M., & Ulaszewski, W. (2020). Development of triticale × wheat prebreeding germplasm with loci for *s7* low-rusting resistance. *Front Plant Sci.*, 11, 1–8. doi: 10.3389/fpls.2020.00447
28. Weissmann, S. & Weissman, E. A. (2002). Hybrid triticale – prospects for research and breeding – Part I: Why hybrids? *Proceedings of the 5th International triticale symposium, June 30 – July 5 2002, Poland*, 187–191.
29. Zaika, Ye. V. (2015) Efekt heterozyosu ta uspadkuvannia hospodarsko tsinnykh oznak u hibrividiv F_1 pshenytsi miakoi ozymoi v zoni Pivnichnoho Lisostepu [The effects of heterosis and inheritance of economically valuable traits in F_1 hybrids of soft winter wheat in the Northern Forest-Steppe zone]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 5. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_19 (in Ukrainian).
30. Zhuchenko, A. A. (1980) *Jekologicheskaja genetika kul'turnykh rastenij* [Ecological selection of cultivated plants]. Kishinev: Shtiinca (in Russian).

Tromsyuk V. D., Researcher, Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS of Ukraine, Vinnytsia, Ukraine

Bugayov V. D., PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Head of the Department of Breeding of Forage, Grain and Industrial Crops Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS of Ukraine, Vinnytsia, Ukraine

THE LEVEL OF HETEROSIS AND THE DEGREE OF PHENOTYPIC DOMINANCE OF THE MAIN TRAITS OF PRODUCTIVITY IN THE F_1 WINTER TRITICAL

When creating varieties of winter triticale to achieve higher productivity results, namely mastering the effect of heterosis, it is necessary to evaluate parental forms. The most complete description of the material under study can be obtained using the method of dialysis analysis, which is based on the results of the F_1 assessment and allows to determine the combinatorial ability of the forms involved in crossing.

The results of research (2014–2017) on the manifestation of the effects of heterosis and the nature of inheritance of the main traits of productivity in 30 hybrid populations (F_1) are presented.

Six varieties of winter triticale of different ecological and geographical origin and the manifestation of valuable economic characteristics were used in crosses according to the scheme of full diallel analysis: Polovetske (Ukraine), Amos (Ukraine), Kapryz (Russia), Tsekad 90 (Russia), Dubrava (Belarus), and Pawo (Poland).

Determining the degree of phenotypic dominance and the level of effects of heterosis allowed to identify the best productive bushiness of 16 best hybrid combinations compared to the parental forms; the number of grains from the ear – 6 hybrid combinations; the weight of grain from the ear – 15 hybrid combinations; grain weight from the plant – 16 hybrid combinations.

The results of research on the effects of heterosis and the degree of phenotypic dominance in hybrid combinations (F_1) of winter triticale were obtained. It was found that different traits had different types of inheritance. Thus, on the grounds of "productive bushiness", "grain weight from the ear" and "grain mass from the plant" were observed mainly heterosis, while the "number of seeds per ear" – intermediate inheritance. Some combinations showed partly positive dominance, partly negative inheritance, and depression.

The best hybrid combinations of winter triticale have been selected and proposed for use in the selection process on the grounds of "productive bushiness" – Dubrava / Amos and Amos / Dubrava, in which h_p was 27.6 and 16.7, hypothetical heterosis – 15.5 % and 9.4 %, true heterosis – 14.8 % and 8.7 %, respectively; "number of grains from the ear" – Polovetske / Kapryz ($h_p = 29.1$), hypothetical heterosis – 28.1 %, true heterosis – 26.9 %; "mass of seeds from the ear" – Dubrava / Kapryz ($h_p = 95.7$), hypothetical heterosis – 32.1 %, true heterosis – 31.7 %; "grain weight from the plant" – Dubrava / Kapryz ($h_p = 603$), hypothetical heterosis – 169.9 %, true heterosis – 169.1 %.

Key words: selection, hybrid populations, inheritance, hypothetical and true heterosis.

Дата надходження до редакції: 01.03.2021 р.