

УДК 631.527.34/5:575.1/2:633.111"324"
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.24>

ОСОБЛИВОСТІ УСПАДКУВАННЯ В F_1 І ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ У ПОПУЛЯЦІЙ F_2 МАСИ ЗЕРНА З ГОЛОВНОГО КОЛОСА ЗА СХРЕЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ РІЗНИХ ЕКОТИПІВ

САМОЙЛИК М.О. – здобувачка наукового ступеня доктора філософії
orcid.org/0000-0001-8576-5368
Білоцерківський національний аграрний університет
ЛОЗІНСЬКИЙ М.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-6078-3209
Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Пшениця – цінна продовольча зернова культура [1–4], що сприяє її поширенню як у світовому землеробстві, так і України з різноманітним використанням продуктів харчування виготовлених з її зерна [5].

Для підвищення і стабілізації врожайності зерна пшениці м'якої озимої важливим залишається створення нових високопродуктивних сортів пристосованих до тих чи інших ґрунтово-кліматичних умов вирощування [6–8], які поєднують в генотипі якомога більшу кількість господарсько цінних ознак і властивостей, що дасть можливість формувати високі врожаї і якісне зерно [9–11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з найпоширеніших методів створення вихідного матеріалу і сортів пшениці м'якої озимої залишається гібридизація з послідовним добором селекційно цінних рекомбінантів [12–15]. Так, як схрещування являє собою не просто комбінування ознак батьківських компонентів, а є основою формотворення та дає можливість зосередити бажані господарсько-цінні ознаки в одному генотипі. Формотворчий процес при цьому зумовлений як чинниками успадкування, так і умовами зовнішнього середовища [16–18].

Продуктивність рослин пшениці є інтегральним показником і як правило визначається потенційними можливостями її складових і здатністю до їх реалізації в певних умовах. Нагальним питанням у селекції пшениці м'якої озимої є підбір пар для гібридизації з визначення ступеню фенотипового домінування в F_1 для встановлення типу успадкування господарсько-цінних ознак з дослідженням трансгресивної мінливості в послідовних поколіннях.

Для проведення вдалого селекційного процесу з пшеницею важливим є розширення бази вихідного матеріалу. За вдалого підбору батьківських пар при залученні до гібридизації сортів різного генетичного і географічного походження в популяціях відбувається формотворення за цінними господарськими ознаками [19–21].

Використання в селекційних програмах вихідного матеріалу різного еколого географічного та генетичного походження забезпечує селекційний процес добором генотипів із заданими параметрами та високим рівнем адаптивності, які надалі формують стабільну продуктивність у ліній та сортів, які створені на їх основі [22].

Сорти різних екотипів створюються в установах розташованих у певних агрокліматичних зонах, мають

відмінності за господарськими характеристиками, по різному пристосовуються до конкретних екологічних умов. За таким принципом сорти поділяють на три екотипи: степовий, лісостеповий і західноєвропейський [23].

При доборі з гібридних популяцій особин із трансгресіями за досліджуваними ознаками і подальша їх генетична стабілізація суттєво підвищує ефективність селекційного процесу [24].

Продуктивність колоса – це результат суцільної взаємодії генів, які контролюють кількість та масу зерен у колосі. Ці елементи продуктивності можуть успадковуватись незалежно один від одного [24]. Важливим елементом продуктивності пшениці озимої є маса зерна з колоса [25], яка є комплексним проявом кількості зерен у колосі і їх крупності.

Метою досліджень було визначення характеру успадкування маси зерна з головного колоса в F_1 і встановлення трансгресивної мінливості в популяціях F_2 , створених схрещуванням сортів пшениці м'якої озимої лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів.

Матеріали і методи досліджень. У 2022–2023 р. в умовах дослідного поля науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували 27 гібридів і гібридні популяції F_2 , створені за гібридизації сортів пшениці м'якої озимої: Зорепад білоцерківський (Зор. бц.), Квітка полів (Кв. полів) – лісостепового екотипу; Ластівка одеська (Ласт. од.), Знахідка одеська (Знах. од.) – степового екотипу; Мулан, Фіделіус – західноєвропейського екотипу.

Насіння F_1 і популяцій F_2 висівали ручною сівалкою за схемою ♀ (материнська форма) – F_{1-2} – ♂ (чоловіча форма). Біометричний аналіз досліджуваного матеріалу проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності [26]. З гібридним поколінням працювали за методом педігрі. Агротехнологія – загальноприйнята для вирощування пшениці м'якої озимої в Лісостепу України. Попередник гірчиця на зерно.

Ступінь фенотипового домінування маси зерна з головного колоса визначали за формулою В. Griffing [27]: $hp = (X_F - X_{mp}) / (X_p - X_{mp})$, де hp – ступінь фенотипового домінування; X_F – середнє значення показника у гібрида; X_{mp} – середнє значення показника обох батьківських форм; X_p – середнє значення батьківської форми з більшим проявом ознаки.

Отримані дані групували за класифікацією G. M. Veil, R. E. Atkins [28]: $hr > +1$ – позитивне наддомінування (гетерозис) (ПНД); $+0,5 < hr \leq +1$ – часткове позитивне домінування (ЧПД); $-0,5 \leq hr \leq +0,5$ – проміжне успадкування (ПУ); $-1 \leq hr < -0,5$ – часткове від'ємне успадкування (ЧВУ); $hr < -1$ – від'ємне наддомінування (депресія) – ВНД.

Ступінь (T_s , %) та частоту (T_c , %) позитивних трансгресій визначали за загальноприйнятою методикою [29]: $T_s = ((P_g - P_r) / P_r) \times 100$ %, де: T_s – ступінь трансгресії, %; P_g – максимальне значення ознаки у гібриду; P_r – максимальне значення ознаки у кращій батьківської форми. $T_c = (A / B) \times 100$ %, де: T_c – частота появи трансгресій, %; A – кількість особин в популяції, що переважали за ознакою кращу з батьківських форм; B – кількість проаналізованих за ознакою рослин у популяції.

Проведені експериментальні дані свідчать, що у 2022 р. всі гібриди отримані схрещуванням лісостепоного і степового екотипів, перевищували вихідні батьківські форми і формували масу зерна від 2,15 г (Квітка полів / Знахідка одеська) до 3,29 г (Знахідка одеська / Зорепад білоцерківський) (табл. 1).

Більшу за середню по гібридах (2,55 г) масу зерна з головного колоса встановили у: Знахідка одеська / Зорепад білоцерківський (3,29 г), Зорепад білоцерківський / Знахідка одеська (3,01 г), Ластівка одеська / Зорепад білоцерківський (2,86 г), Квітка полів / Зорепад білоцерківський (2,77 г), Знахідка одеська / Квітка полів (2,64 г).

Аналізуючи показники ступеня фенотипового домінування в F_1 встановлено, що всі отримані гібриди детермінували масу зерна з головного колоса за позитивним наддомінуванням ($hr = 2,1-45,5$).

При залученні до гібридизації сортів західноєвропейського екотипу з лісостеповим і степовим більшу за середню (2,66 г) масу зерна з головного колоса визначили у реципрокних гібридів Знахідка одеська ↔ Фіделіус, Ластівка одеська ↔ Фіделіус, Зорепад білоцерківський ↔ Фіделіус. Кращими за досліджуваним показником були: Знахідка одеська / Фіделіус (3,49 г), Фіделіус / Ластівка одеська (3,01 г), Зорепад білоцерківський ↔ Фіделіус (2,91 г) (табл. 2).

За показником ступеня фенотипового домінування за виключенням Мулан / Фіделіус у якого визначили проміжне успадкування ($hr = 0,2$), всі гібриди успадковували ознаку «маса зерна з головного колоса» за позитивним наддомінуванням ($hr = 2,9-83,0$).

Нами встановлено, що у 2023 р. маса зерна з головного колоса батьківських форм сформована від 2,01 г (Ластівка одеська) до 2,21 г (Зорепад білоцерківський) за середньо популяційних показників F_2 – 1,84–2,67 г (табл. 3,4).

У восьми з 12 гібридних популяцій створених за гібридизації сортів пшениці м'якої озимої лісостепоного і степового екотипів країні максимальні показники маси зерна з головного колоса становили (2,94–4,14 г) значно перевищуючи батьківські форми (2,71–2,94 г), що свідчить про вдалий підбір батьківських пар і як результат проведення доборів за досліджуваною ознакою. Слід виділити

Таблиця 1

Ступінь прояву і варіювання маси зерна з головного колоса у батьківських форм і реципрокних F_1 , отриманих схрещуванням лісостепоного і степового екотипу, 2022 р.

Комбінація схрещування та батьківські форми	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, г	Lim, г		hr	Тип успадкування
		min	max		
лісостепоного екотип / лісостепоного екотип					
♀ Зор. бц.	2,06±0,04	1,39	2,86	-	-
Зор. бц. / Кв. полів	2,32±0,11	1,87	2,82	2,1	ПНД
♂ Кв. полів	1,66±0,03	1,21	2,83	-	-
Кв. полів / Зор. бц.	2,77±0,12	2,35	3,17	4,2	ПНД
лісостепоного екотип / степовий екотип					
Зор. бц. / Ласт. од.	2,66±0,25	1,71	4,41	2,6	ПНД
♂ Ласт. од.	1,38±0,04	0,64	2,25	-	-
Кв. полів / Ласт. од.	2,23±0,16	1,68	3,26	5,1	ПНД
Зор. бц. / Знах. од.	3,01±0,09	2,61	3,48	3,8	ПНД
♂ Знах. од.	1,42±0,02	0,87	2,06	-	-
Кв. полів / Знах. од.	2,15±0,14	1,62	2,37	5,1	ПНД
степовий екотип / лісостепоного екотип					
Ласт. од. / Зор. бц.	2,86±0,16	2,35	3,60	3,2	ПНД
Знах. од. / Зор. бц.	3,29±0,28	2,82	3,80	4,6	ПНД
Знах. од. / Кв. полів	2,64±0,13	2,17	3,29	9,2	ПНД
Ласт. од. / Кв. полів	2,19±0,06	2,00	2,45	4,8	ПНД
степовий екотип / степовий екотип					
Знах. од. / Ласт. од.	2,18±0,10	1,65	3,01	39,0	ПНД
Ласт. од. / Знах. од.	2,31±0,05	2,16	2,51	45,5	ПНД

Таблиця 2

Ступінь прояву і варіювання маси зерна з головного колоса батьківських форм і реципрокних F_1 , отриманих залученням до гібридизації західноєвропейського екотипу, 2022 р.

Комбінація схрещування та батьківські форми	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, г	Lim, г		hp	Тип успадкування
		min	max		
лісостеповий екотип / західноєвропейський екотип					
Зор. бц. / Мулан	2,51±0,12	2,00	3,31	3,3	ПНД
♂ Мулан	1,72±0,04	1,04	2,65	-	-
Зор. бц. / Фіделіус	2,91±0,13	2,19	3,25	83,0	ПНД
♂ Фіделіус	2,07±0,05	1,18	2,74	-	-
Кв. полів / Мулан	2,41±0,17	1,90	3,06	24,0	ПНД
Кв. полів / Фіделіус	2,50±0,16	1,39	3,33	3,2	ПНД
західноєвропейський екотип / лісостеповий екотип					
Мулан / Зор. бц.	2,67±0,21	2,16	3,74	4,2	ПНД
Фіделіус / Зор. бц.	2,91±0,15	2,08	3,69	83,0	ПНД
Фіделіус / Кв. полів	2,45±0,13	1,86	3,47	2,9	ПНД
степовий екотип / західноєвропейський екотип					
Знах. од. / Мулан	2,61±0,11	2,30	3,06	6,9	ПНД
Знах. од. / Фіделіус	3,49±0,16	2,62	4,31	5,4	ПНД
Ласт. од. / Мулан	2,29±0,15	2,15	2,44	4,4	ПНД
Ласт. од. / Фіделіус	2,88±0,12	1,94	3,77	3,4	ПНД
західноєвропейський екотип / степовий екотип					
Фіделіус / Знах. од.	2,76±0,22	1,43	3,89	3,2	ПНД
Фіделіус / Ласт. од.	3,01±0,10	2,70	3,26	3,8	ПНД
західноєвропейський екотип / західноєвропейський екотип					
Мулан / Фіделіус	1,93±0,16	1,42	2,36	0,2	ПУ
Фіделіус / Мулан	2,58±0,20	1,46	3,34	3,8	ПНД

популяцію Ластівка одеська / Квітка полів (4,14 г) з найбільшим максимальним проявом ознаки (табл. 3).

У восьми з 12 популяцій F_2 встановлено позитивний ступінь (0,3–40,8 %) з частотою вищеплення рекомбінантів від 60,0 до 100,0 %. Високі показники відмічені в популяції Ластівка одеська / Квітка полів ($T_c = 40,8\%$; $T_h = 73,3\%$), Ластівка одеська / Знахідка одеська ($T_c = 25,5\%$; $T_h = 60,0\%$), Знахідка одеська / Зорепад білоцерківський ($T_c = 18,6\%$; $T_h = 100,0\%$).

За гібридизації лісостепового і степового екотипів нами встановлено позитивний на рівні помірного кореляційний взаємозв'язок ступеня фенотипового домінування з ступенем трансгресії ($r = 0,313$) і їх частотою – $r = 0,345$.

У гібридних популяцій F_2 створених залученням до гібридизації лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів, за винятком Зорепад білоцерківський / Фіделіус, Мулан / Зорепад білоцерківський, Ластівка / Мулан і Мулан ↔ Фіделіус крайні максимальні значення маси зерна з головного колоса (2,94–3,81 г) значно перевищували максимальні показники кращих батьківських форм (2,71–2,94 г). Значний формотворчий процес за масою зерна з головного колоса спостерігався у більшості популяцій. Водночас слід виділити комбінації створені за гібридизації сорту Квітка полів з генотипами західноєвропейського екотипу Фіделіус і Мулан, а саме: Квітка полів / Мулан і Фіделіус / Квітка полів з крайнім максимальним проявом ознаки 3,81, 3,80 г відповідно (табл. 4).

За гібридизації сортів лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів позитивний ступінь ($T_c = 1,7$ – $29,6\%$) з частотою трансгресивних рекомбінантів ($T_h = 50,0$ – $86,7\%$) за масою зерна з головного колоса визначили у 10 з 15 популяцій F_2 . Серед яких з високими показниками виділились: Квітка полів / Мулан ($T_c = 29,6\%$; $T_h = 86,7\%$), Фіделіус / Квітка полів ($T_c = 29,3\%$; $T_h = 73,3\%$), Знахідка одеська / Мулан ($T_c = 18,5\%$; $T_h = 83,3\%$) і Фіделіус / Знахідка одеська ($T_c = 18,5\%$; $T_h = 83,3\%$).

При залученні до гібридизації західноєвропейського екотипу не встановлено тісних кореляційних взаємозв'язків. Так, між ступенем фенотипового домінування і ступенем трансгресії досліджено позитивна на рівні слабкої кореляційна залежність ($r = 0,063$), а з частотою трансгресії зі зміною знаку – $r = -0,132$.

Висновки. 1. Успадкування маси зерна з головного колоса пшениці м'якої озимої за реципрокних схрещувань лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів у більшості гібридів відбувалось за позитивним наддомінуванням ($hp = 2,1$ – $83,0$) з модифікацією показників ступеня фенотипового домінування залежно від компонентів гібридизації.

2. У 18 з 27 популяцій F_2 за масою зерна з головного колоса визначили позитивний ступінь ($T_c = 0,3$ – $40,0\%$) з частотою рекомбінантів – $T_h = 50,0$ – $100,0\%$.

3. Залучення до гібридизації лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів сприяє формотворенню в популяції F_2 з можливістю добору

Таблиця 3

Ступінь і частота позитивних трансгресій за масою зерна з головного колоса в популяції F₂ за гібридизації сортів лісостепового і степового екотипів, 2023 р.

Популяція F ₂	Маса зерна, г					Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв		Т _c	Т _ч
	♀	♂	F ₂	P	F ₂		
♀ лісостеповий екотип / ♂ лісостеповий екотип							
Зор. бц. / Кв. полів	2,21	2,19	2,44	2,91	2,91	0,0	0,0
Кв. полів / Зор. бц.	2,19	2,21	2,36	2,91	2,90	-	-
♀ лісостеповий екотип / ♂ степовий екотип							
Зор. бц. / Ласт. од.	2,21	2,01	2,54	2,91	3,33	14,4	80,0
Кв. полів / Ласт. од.	2,19	2,01	2,31	2,94	2,95	0,3	63,3
Зор. бц. / Знах. од.	2,21	2,16	2,34	2,91	2,78	-	-
Кв. полів / Знах. од.	2,19	2,16	2,40	2,94	3,02	2,7	70,0
♀ степовий екотип / ♂ лісостеповий екотип							
Ласт. од. / Зор. бц.	2,01	2,21	2,47	2,91	2,79	-	-
Ласт. од. / Кв. полів	2,01	2,19	2,57	2,94	4,14	40,8	73,3
Знах. од. / Зор. бц.	2,16	2,21	2,67	2,91	3,45	18,6	100,0
Знах. од. / Кв. полів	2,16	2,19	2,32	2,94	3,31	12,6	60,0
♀ степовий екотип / ♂ степовий екотип							
Знах. од. / Ласт. од.	2,16	2,01	2,49	2,71	2,94	8,5	86,7
Ласт. од. / Знах. од.	2,01	2,16	2,37	2,71	3,40	25,5	60,0

Таблиця 4

Ступінь і частота позитивних трансгресій за масою зерна з головного колоса в популяції F₂ за гібридизації сортів лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів, 2023 р.

Популяція F ₂	Маса зерна, г					Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв		Т _c	Т _ч
	♀	♂	F ₂	P	F ₂		
♀ лісостеповий екотип / ♂ західноєвропейський екотип							
Зор. бц. / Мулан	2,21	2,11	2,58	2,91	3,22	10,7	80,0
Зор. бц. / Фіделіус	2,21	2,08	2,09	2,91	2,70	-	-
Кв. полів / Мулан	2,19	2,11	2,66	2,94	3,81	29,6	86,7
Кв. полів / Фіделіус	2,19	2,08	2,59	2,94	3,33	13,3	83,3
♀ західноєвропейський екотип / ♂ лісостеповий екотип							
Мулан / Зор. бц.	2,11	2,21	2,43	2,91	2,81	-	-
Фіделіус / Зор. бц.	2,08	2,21	2,44	2,91	3,37	15,8	63,3
Фіделіус / Кв. полів	2,08	2,19	2,50	2,94	3,80	29,3	73,3
♀ степовий екотип / ♂ західноєвропейський екотип							
Знах. од. / Мулан	2,16	2,11	2,57	2,71	3,21	18,5	83,3
Знах. од. / Фіделіус	2,16	2,08	2,55	2,71	2,94	8,5	80,0
Ласт. од. / Мулан	2,01	2,11	1,84	3,57	2,19	-	-
Ласт. од. / Фіделіус	2,01	2,08	2,42	2,90	3,19	10,0	86,7
♀ західноєвропейський екотип / ♂ степовий екотип							
Фіделіус / Знах. од.	2,08	2,16	2,39	2,71	3,17	17,0	63,3
Фіделіус / Ласт. од.	2,08	2,01	2,05	2,90	2,95	1,7	50,0
західноєвропейський екотип / західноєвропейський екотип							
Мулан / Фіделіус	2,11	2,08	2,50	3,57	3,13	-	-
Фіделіус / Мулан	2,08	2,11	2,50	3,57	2,85	-	-

господарсько-цінних рекомбінантів за масою зерна з головного колоса, а саме за схрещування степового екотипу з лісостеповим: Ластівка одеська / Квітка полів (Т_c = 40,8 %; Т_ч = 73,3 %), Знахідка одеська / Зорепад білоцерківський (Т_c = 18,6 %; Т_ч = 100,0 %); степового

екотипу з степовим: Ластівка одеська / Знахідка одеська (Т_c = 25,5 %; Т_ч = 60,0 %); лісостепового екотипу з західноєвропейським: Квітка полів / Мулан (Т_c = 29,6 %; Т_ч = 86,7 %); західноєвропейського екотипу з лісостеповим: Фіделіус / Квітка полів (Т_c = 29,3 %; Т_ч = 73,3 %);

степового екотипу з західноєвропейським: Знахідка одеська / Мулан (Тс = 18,5 %; Тч = 83,3 %) і західноєвропейського екотипу з степовим: Фіделіус / Знахідка одеська (Тс = 18,5 %; Тч = 83,3 %).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. № 6. С. 1–6.
- В. Т. Александров та ін. Зерновий та хлібопродуктовий товарообіг в Україні: енцикл. довід.: АртЕк, 2000. 544 с.
- Гадзало Я. М., Кириченко В. В., Дзюбецький Б. В. Стратегія інноваційного розвитку селекції і насінництва зернових культур в Україні: наук. вид. Київ–Харків–Дніпро. 2016. 32 с.
- Баган А. В., Юрченко С. О., Шакалій С. М. Мінливість потомства різних морфологічних частин колоса сортів пшениці озимої за кількісними ознаками. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 4. С. 33–35
- Сайко В. Ф. Перспективи виробництва зерна в Україні. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 9. С. 27–32.
- Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В., Дубова О. А. Особливості формування довжини стебла у селекційних номерів пшениці озимої залежно від їх генотипів та умов вирощування. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 11–15.
- Egamov I. U., Siddikov R. I., Rakhimov T. A., Yusupov N. K. Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated Conditions. *International Journal of Modern Agriculture*. 2021. № 10(2). P. 2491–2506.
- M. Lozinskiy et al. Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19. № 2. P. 540–551. DOI: 10.15159/ar.21.071
- С. О. Хоменко та ін. Адаптивний потенціал вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої ярої. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Вип. 21. С. 221–224. DOI: 10.7124/FEEO.v21.839
- В. М. Гудзенко та ін. Селекція ячменю ярого на підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 51–60.
- Лозінський М. В., Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А. Типи успадкування кількості зерен з рослини у гібридів F₁ і формотворчий процес в гібридних популяціях F₂ пшениці м'якої озимої, отриманих від гібридизації різних екотипів. *Агробіологія*. 2016. № 2(128). С. 45–51. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579>
- Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці *T. aestivum* L. на адаптивність до умов довкілля. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 92–96.
- Животков Л. О., Шелепов В. В., Коломієць Л. А., Чебаков М. П. Завдання, методи, результати селекції інтенсивних сортів озимої пшениці. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: у 4 т. / редкол.: В. В. Моргун (гол. ред.) та ін. Київ: *Логос*, 2001. Т. 2. С. 394–397.
- Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солоня В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць. *Миронівка*, 2012. 330 с.
- Коломієць Л. А., Гуменюк О. В., Юрченко Т. В., Замліла Н. П., Пірич А. В. Прояв адаптивних ознак у генотипів пшениці м'якої озимої за різних гідротермічних умов. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 6. С. 6–29.
- Литвиненко М. А. Удосконалення програми селекції сортів озимої м'якої пшениці універсального типу для умов Півдня України в зв'язку зі змінами клімату. *Збірник наукових праць СП-НЦНС*. 2010. Вип. 16(56). С. 9–22.
- Устинова Г. Л. Трансгресивна мінливість за кількістю колосків головного колоса у популяціях F₂ при схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 99(1). С. 189–206.
- Лозінський М. В., Устинова Г. Л. Успадкування в F₁ і трансгресивна мінливість в F₂ довжини головного колоса за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 70–78.
- Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Кириленко В. В., Вологдіна Г. Б. Успадкування елементів продуктивності та їх трансгресивна мінливість у гібридів пшениці м'якої озимої, створених схрещуванням сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій. *Миронівський вісник*. 2018. № 7. С. 26–38.
- Власенко В. А., Бакуменко О. М. Генетична оцінка елементів продуктивності гібридів F₁, F₂ пшениці м'якої озимої, створених за участі носіїв інтрогресивних компонентів. *Миронівський вісник*. 2017. № 4. С. 88–101.
- Базалій В., Домарацький Е., Бойчук І., Тетерук О., Козлова О., Базалій Г. Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 87–93.
- Коломієць Л. А. Використання вихідного матеріалу в селекції озимої пшениці на підвищення її адаптивного потенціалу в умовах Лісостепу України. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції "Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання". Оброшино, 2005. – С. 124–125.
- Литвиненко М. А. Реалізація потенціалу пшеничного поля. *Насінництво*. 2011. № 6. С. 1–7.
- Базалій В. В. Характер мінливості кількісних ознак озимої пшениці різних поколінь. *Таврійський науковий вісник*. 2000. Вип. 15. С. 7–10.
- Орлюк А. П. Генетика пшениці з оновами селекції: монографія. Херсон: *Айлант*, 2012. 436 с
- Ткачик С. О., Лещук Н. В., Присяжнюк О. І. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. Український інститут експертизи сортів рослин. 4-те вид. Вінниця, 2016. – 120 с.
- Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 35. 303–321.

28. Beil, G. M., Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 39. 3.
29. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур. Миронівка : ПрАТ «Миронівська друкарня», 2016. 376 с.
- REFERENCES:**
1. Lytvynenko, M. A. (2010). Realizatsiia henetychnoho potentsialu. Problemy produktyvnosti ta yakosti zerna suchasnykh sortiv ozymoi pshenytsi. [Realization of genetic potential. Problems of productivity and grain quality of modern winter wheat varieties]. *Seed production*. 6. 1–6. [in Ukrainian].
 2. Aleksandrov, V. T., Hladii, M. V., Lavrov, Ye. M., Rishniak, I. M. (2000). Zernovi ta khlіboproduktovi tovaroobih v Ukraini. [rain and bread product turnover in Ukraine]. *ArtEk*. 544. [in Ukrainian].
 3. Hadzalo, Ya. M., Kyrychenko, V. V., Dziubetskyi, B. V. (2016). Stratehiia innovatsiinoho rozvytku selektsii i nasinnystva zernovykh kultur v Ukraini. [Strategy of innovative development of breeding and seed production of grain crops in Ukraine]. Kyiv–Kharkiv–Dnipro. 32. [in Ukrainian].
 4. Bahan, A. V., Yurchenko, S. O., Shakalii, S. M. (2012). Minlyvist potomstva riznykh morfolohichnykh chastyn kolosa sortiv pshenytsi ozymoi za kilkisnymy oznakamy. [Shakalii Variability of progeny of different morphological parts of the ear of winter wheat varieties according to quantitative characteristics]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 4. 33–35. [in Ukrainian].
 5. Saiko, V. F. (1997). Perspektyvy vyrobnystva zerna v Ukraini. [Prospects of grain production in Ukraine]. *Herald of Agrarian Science*. 9. 27–32. [in Ukrainian].
 6. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinskyi, M. V., Dubova, O. A. (2015). Osoblyvosti formuvannia dovzhyny stebła u selektsiinykh nomeriv pshenytsi ozymoi zalezghno vid yikh henotypiv ta umov vyroshchuvannia. [Peculiarities of stem length formation in selection numbers of winter wheat depending on their genotypes and growing conditions]. *Agrobiology*. 1. 11–15. [in Ukrainian].
 7. Egamov, I. U., Siddikov, R. I., Rakhimov, T. A., Yusupov, N. K. (2021). Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated Conditions. *International Journal of Modern Agriculture*. Vol. 10 (2), pp. 2491–2506.
 8. Lozinskiy, M., Burdeniuk-Tarasevych, L., Grabovskiy, M., Lozinska, T., Sabadyn, V., Sidorova, I., Panchenko, T., Fedoruk, Y., Kumanska, Y. (2021). Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. *Agronomy Research*. Vol. 19 (2), pp. 540–551. DOI: 10.15159/ar.21.071. [in Ukrainian].
 9. Khomenko, S. O., Fedorenko, I. V., Fedorenko, M. V., Blyzniuk, R. M., Kuzmenko, Ye. A. (2017). Adaptivnyi potentsial vykhidnoho materialu dlia selektsii pshenytsi miakoi yaroї. [Adaptive potential of the source material for the selection of soft spring wheat]. *Factors of experimental evolution of organisms*. 21. 221–224. DOI: 10.7124/FEEO.v21.839. [in Ukrainian].
 10. Hudzenko, V. M., Vasylykivskiy, S. P., Demydov, O. A., Polishchuk, T. P., Babii, O. O. (2017). Seleksiia yachmeniu yaroho na pidvyshchennia produktyvnoho ta adaptivnoho potentsialu. [Selection of spring barley to increase productive and adaptive potential]. *Breeding and seed production*. 111. 51–60. [in Ukrainian].
 11. Lozinskyi, M. V., Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Dubova, O. A. (2016). Typy uspadkuvannia kilkosti zeren z roslyny u hibrydiv F₁ i formotvorchyi protses v hibrydnykh populiatsiakh F₂ pshenytsi miakoi ozymoi, otrymanykh vid hibrydzatsii riznykh ekotypiv. [Types of inheritance of the number of grains from a plant in F₁ hybrids and the form-forming process in hybrid populations of F₂ soft winter wheat obtained from hybridization of different ecotypes]. *Agrobiology*. 2(128). 45–51. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579>. [in Ukrainian].
 12. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinskyi, M. V. (2015). Prynstypy pidboru par dlia hibrydzatsii v selektsii ozymoi pshenytsi T. aestivum L. na adaptivnist do umov dovkillia. [Principles of selection of pairs for hybridization in the selection of winter wheat T. aestivum L. for adaptability to environmental conditions]. *Factors of experimental evolution of organisms*. 16. 92–96. [in Ukrainian].
 13. Zhyvotkov, L. O., Shelepov, V. V., Kolomiets, L. A., Chebakov, M. P. (2001). Zavdannia, metody, rezultaty selektsii intensyvnykh sortiv ozymoi pshenytsi. Henetyka i seleksiia v Ukraini na mezhi tysiacholit. [Tasks, methods, results of selection of intensive varieties of winter wheat. Genetics and breeding in Ukraine at the turn of the millennium]. Kyiv: Logos. 2. 394–397. [in Ukrainian].
 14. Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., Koliuchyi, V. T., Kolomiets, L. A., Khomenko, S. O., Solona, V. Y. (2012). Seleksiina evoliutsiia myronivskykh pshenyts. [Breeding evolution of Myron wheats]. *Myronivka*, 330. [in Ukrainian].
 15. Kolomiets, L. A., Humeniuk, O. V., Yurchenko, T. V., Zamlila, N. P., Pyrch, A. V. (2018). Proiav adaptivnykh oznak u henotypiv pshenytsi miakoi ozymoi za riznykh hidrotermichnykh umov. [Manifestation of adaptive traits in soft winter wheat genotypes under different hydrothermal conditions]. *Myronivsky herald*. 6. 6–29. [in Ukrainian].
 16. Lytvynenko, M. A. (2010). Udoskonalennia prohramy selektsii sortiv ozymoi miakoi pshenytsi universalnogo typu dlia umov Pivdnia Ukrainy v zviazku zi zminamy klimatu. [Improvement of the selection program of winter soft wheat varieties of the universal type for the conditions of the South of Ukraine in connection with climate changes]. *Collection of scientific works of SP-NCNS*. 16(56). 9–22. [in Ukrainian].
 17. Ustynova, H. L. (2021). Transhresyvna minlyvist za kilkistiu kolosiv holovnoho kolosa u populiatsiakh F₂ pry skhreshchuvannia riznykh za skorostyhlіstiu sortiv pshenytsi miakoi ozymoi. [Transgressive variability in the number of ears of the main ear in F₂ populations when crossing varieties of soft winter wheat with different precocity]. *Collection of scientific works of the Uman National Academy of Sciences*. 99(1). 189–206. [in Ukrainian].
 18. Lozinskyi, M. V., Ustynova, H. L. (2020). Uspadkuvannia v F₁ i transhresyvna minlyvist v F₂ dovzhyny holovnoho kolosa za skhreshchuvannia riznykh za skorostyhlіstiu sortiv pshenytsi miakoi ozymoi. [Inheritance in F₁ and

- transgressive variability in F_2 of the length of the main spike in crosses of varieties of soft winter wheat with different precocity]. *Agrobiology*. 2. 70–78. [in Ukrainian].
19. Dubovyk, N. S., Humeniuk, O. V., Kyrylenko, V. V., Volohdina, H. B. (2018). Uspadkuvannia elementiv produktyvnosti ta yikh transhresyvna minlyvist u hibrydiv pshenytsi miakoi ozymoi, stvorenykh skhreshchuvanniam sortiv-nosiiv pshenychno-zhytnikh translokatsii. [Inheritance of productivity elements and their transgressive variability in soft winter wheat hybrids created by crossing varieties carrying wheat-rye translocations]. *Myronivsky herald*. 7. 26–38. [in Ukrainian].
 20. Vlasenko, V. A., Bakumenko, O. M. (2017). Henetychna otsinka elementiv produktyvnosti hibrydiv F_1 , F_2 pshe-nytsi miakoi ozymoi, stvorenykh za uchasti nosiiv introhresovanykh komponentiv. [Genetic evaluation of elements of productivity of hybrids F_1 , F_2 of soft winter wheat, created with the participation of carriers of introgressed components]. *Myronivsky herald*. 4. 88–101. [in Ukrainian].
 21. Bazalii, V., Domaratskyi, E., Boichuk, I., Teteruk, O., Kozlova, O., Bazalii, H. (2020). Henetychnyi kontrol i rekombinatsiia oznak stiikosti do vyliahannia u hibrydiv pshenytsi ozymoi za riznykh umov vyroshchuvannia. [Genetic control and recombination of lodging resistance traits in winter wheat hybrids under different growing conditions]. *Agrarian innovations*. 4. 87–93. [in Ukrainian].
 22. Kolomiets, L. A. (2005). Vykorystannia vykhidnoho materialu v seleksii ozymoi pshenytsi na pidvyshchennia yii adaptivnoho potentsialu v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Use of source material in breeding winter wheat to increase its adaptive potential in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine]. *Obroshino*. 124–125. [in Ukrainian].
 23. Lytvynenko, M. A. (2011). Realizatsiia potentsialu pshenychnoho polia. [Realization of the potential of a wheat field]. *Seed production*. 6. 1–7. [in Ukrainian].
 24. Bazalii, V. V. (2000). Kharakter minlyvosti kilkisnykh oznak ozymoi pshenytsi riznykh pokolin. [Character of variability of quantitative traits of winter wheat of different generations]. *Taurian Scientific Bulletin*. 15. 7–10. [in Ukrainian].
 25. Orliuk, A. P. (2012). Henetyka pshenytsi z onovamy seleksii. [Genetics of wheat with methods of selection]. Kherson: *Ailant*. 436. [in Ukrainian].
 26. Tkachyk, S. O., Leshchuk, N. V., Prysiashniuk, O. I. (2016). Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. [Methodology of qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. *Ukrainian Institute of Expertise of Plant Varieties*. 4. 120. [in Ukrainian].
 27. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 35. 303–321.
 28. Beil, G. M., Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 39. 3.
 29. Vasylykivskiy, S. P., Kochmarskyi, V. S. (2016). Seleksiia i nasinnystvo polovykh kultur. [Breeding and seed production of field crops]. Myronivka: PJSC "Myronivska Printing House". 376. [in Ukrainian].
- Самойлик М.О., Лозинський М.В. Особливості успадкування в F_1 і трансресивна мінливість у популяції F_2 маси зерна з головного колоса за схрещування пшениці м'якої озимої різних екотипів**
- Мета досліджень** – визначення характеру успадкування маси зерна з головного колоса в F_1 і встановлення трансресивної мінливості в популяціях F_2 , створених схрещуванням сортів пшениці м'якої озимої лісостепоного, степового і західноєвропейського екотипів.
- Методи.** У 2022–2023 р. в умовах дослідного поля науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували 27 гібридів і гібридні популяції F_2 , створені за гібридизації сортів пшениці м'якої озимої: Зорепад білоцерківський (Зор. бц.), Квітка полів (Кв. полів) – лісостепоного екотипу; Ластівка одеська (Ласт. од.), Знахідка одеська (Знах. од.) – степового екотипу; Мулан, Фіделіус – західноєвропейського екотипу.
- Насіння F_1 і популяції F_2 висівали ручною сівалкою за схемою ♀ (материнська форма) – F_{1-2} – ♂ (чоловіча форма). Біометричний аналіз досліджуваного матеріалу проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності. Ступінь фенотипового домінування маси зерна з головного колоса визначали за формулою В. Griffing. Отримані дані групували за класифікацією G. M. Veil, R. E. Atkins. Ступінь (T_c , %) та частоту (T_c , %) позитивних трансресій визначали за загальноприйнятою методикою.
- Результати.** За гібридизації лісостепоного і степового екотипів нами встановлено позитивний на рівні помірного кореляційний взаємозв'язок ступеня фенотипового домінування з ступенем трансресії ($r = 0,313$) і їх частотою – $r = 0,345$.
- При залученні до гібридизації західноєвропейського екотипу не встановлено тісних кореляційних взаємозв'язків. Так, між ступенем фенотипового домінування і ступенем трансресії досліджено позитивна на рівні слабкої кореляційна залежність ($r = 0,063$), а з частотою трансресії зі зміною знаку – $r = -0,132$.
- Висновки.** 1. Успадкування маси зерна з головного колоса пшениці м'якої озимої за реципрокних схрещувань лісостепоного, степового і західноєвропейського екотипів у більшості гібридів відбувалось за позитивним наддомінуванням ($h_r = 2,1–83,0$) з модифікацією показників ступеня фенотипового домінування залежно від компонентів гібридизації.
2. У 18 з 27 популяцій F_2 за масою зерна з головного колоса визначили позитивний ступінь ($T_c = 0,3–40,0$) з частотою рекомбінантів – $T_c = 50,0–100,0$ %.
3. Залучення до гібридизації лісостепоного, степового і західноєвропейського екотипів сприяє формотворенню в популяції F_2 з можливістю добору господарсько-цінних рекомбінантів за масою зерна з головного колоса, а саме за схрещування степового екотипу з лісостеповим: Ластівка одеська / Квітка полів ($T_c = 40,8$ %; $T_c = 73,3$ %), Знахідка одеська / Зорепад білоцерківський ($T_c = 18,6$ %; $T_c = 100,0$ %); степового екотипу з степовим: Ластівка одеська / Знахідка одеська ($T_c = 25,5$ %; $T_c = 60,0$ %); лісостепоного екотипу з західноєвропейським: Квітка полів / Мулан ($T_c = 29,6$ %; $T_c = 86,7$ %); західноєвропейського екотипу з лісостеповим: Фіделіус / Квітка полів ($T_c = 29,3$ %; $T_c = 73,3$ %); степового екотипу з західноєвропейським: Знахідка одеська / Мулан ($T_c = 18,5$ %; $T_c = 83,3$ %) і західноєвропейського екотипу з степовим: Фіделіус / Знахідка одеська ($T_c = 18,5$ %; $T_c = 83,3$ %).

Ключові слова: батьківські форми, маса зерна, гібриди, ступінь домінування, тип успадкування, популяції, ступінь і частота трансгресії.

Samoilyk M.O., Lozinskyi M.V. Peculiarities of inheritance in F_1 and transgressive variability in F_2 populations of grain weight per main spike in crosses of winter wheat of different ecotypes

The purpose – determining the nature of inheritance of grain weight from the main ear in F_1 and establishing transgressive variability in F_2 populations created by crossing soft winter wheat varieties of forest-steppe, steppe and western european ecotypes.

Methods. In 2022–2023, 27 hybrids and F_2 hybrid populations created by hybridisation of winter bread wheat varieties were studied in the experimental field of the research and production centre of Bila Tserkva NAU: Zorepad bilotserkivskiyi (Zor. bts.), Kvitka poliv (Kv. poliv) – forest-steppe ecotype; Lastivka odeska (Last. od.), Znakhidka odeska (Znakh. od.) – steppe ecotype; Mulan, Fidelius – western european ecotype.

Seeds of F_1 and F_2 populations were sown with a manual sowing machine according to the scheme ♀ (maternal form) – $F_{1,2}$ – ♂ (male form). The biometric analysis of the studied material was carried out using an average sample of 25 plants in triplicate. The degree of phenotypic dominance of grain weight from the main ear was determined by the formula B. Griffing. The obtained data were grouped according to the classification of G. M. Beil, R. E. Atkins. The degree (Ts, %) and frequency (Tch, %) of positive transgressions were determined by the conventional method.

Results. In the hybridisation of forest-steppe and steppe ecotypes, we found a positive correlation at the level of moderate correlation between the degree of phenotypic dominance and the degree of transgression ($r = 0.313$) and their frequency ($r = 0.345$).

No close correlations were found when the Western European ecotype was involved in hybridisation. For example, a positive, weak correlation was found between the degree of phenotypic dominance and the degree of transgression ($r = 0.063$), and a positive correlation with the frequency of transgression with a change in sign ($r = -0.132$).

Conclusions. 1. The inheritance of grain weight from the main ear of winter bread wheat in recurrent crosses of forest-steppe, steppe and western european ecotypes in most hybrids was positive superdominance ($hp = 2.1-83.0$) with modification of phenotypic dominance depending on the components of hybridisation.

2. In 18 out of 27 F_2 populations, a positive degree ($Tc = 0.3-40.0$) was determined by the weight of grain from the main ear with the frequency of recombinants – $Tч = 50.0-100.0$ %.

3. The involvement of forest-steppe, steppe and western european ecotypes in hybridisation promotes the formation of F_2 populations with the possibility of selecting economically valuable recombinants by grain weight per head, namely, by crossing the steppe ecotype with the forest-steppe ecotype: Lastivka odeska / Kvitka poliv ($Ts = 40,8$ %; $Tch = 73,3$ %), Znakhidka odeska / Zorepad bilotserkivskiyi ($Ts = 18.6$ %; $Tch = 100.0$ %); steppe ecotype with steppe ecotype: Lastivka odeska / Znakhidka odeska ($Ts = 25.5$ %; $Tch = 60.0$ %); forest-steppe ecotype with western european ecotype: Kvitka poliv / Mulan ($Ts = 29.6$ %; $Tch = 86.7$ %); western european ecotype with forest-steppe ecotype: Fidelius / Kvitka poliv ($Ts = 29.3$ %; $Tch = 73.3$ %); steppe ecotype with western european ecotype: Znakhidka odeska / Mulan ($Ts = 18.5$ %; $Tch = 83.3$ %) and western european ecotype with steppe ecotype: Fidelius / Znakhidka odeska ($Ts = 18.5$ %; $Tch = 83.3$ %).

Key words: parental forms, grain weight, hybrids, degree of dominance, type of inheritance, populations, degree and frequency of transgression.