

УДК 631.527.34/526.33:633.111"324"

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.20>

ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ МАСИ ЗЕРНА ГОЛОВНОГО КОЛОСА У ПОПУЛЯЦІЙ $F_{2,4}$ ЗА СХРЕЩУВАННЯ РІЗНИХ ЕКОТИПІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Лозінський М.В. — д.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри генетики, селекції і насінництва

сільськогосподарських культур,

Білоцерківський національний аграрний університет

Зінченко С.В. — аспірант кафедри генетики, селекції і насінництва

сільськогосподарських культур,

Білоцерківський національний аграрний університет

У статті наведено результати досліджень щодо встановлення особливостей трансгресивної мінливості маси зерна головного колоса у популяції $F_{2,4}$ пшениці м'якої озимої, отриманих шляхом гібридизації різних екотипів. Експериментальна частина проводилася у 2022–2024 рр. в умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ. Досліджували 10 комбінацій схрещування, отриманих за гібридизації сортів пшениці м'якої озимої, які належать до лісостепового, степового та західноєвропейського екотипів: Варвік / Царівна, Варвік / Либідь, Богемія / Либідь, Вебстер / Царівна, Колос Миرونівщини / Царівна, Мирлена / Царівна, Мирлена / Либідь, Дріада 1 / Перлина лісостепу, Служниця одеська / Царівна, Служниця одеська / Либідь, а також вихідні батьківські форми.

Встановлено, що використання в гібридизації сортів пшениці м'якої озимої різних екотипів сприяє розширенню формотворчого процесу в популяціях і добору позитивних трансгресивних рекомбінантів за масою зерна головного колоса. У семи з десяти досліджуваних популяцій $F_{2,4}$ за варіювання по досліді ступеня (5,1–44,2 %) і частоти (8,0–36,0 %) позитивних трансгресій, виділились популяції Служниця одеська / Царівна ($T_c = 31,6$ %; $T_h = 24,0$ %), Дріада 1 / Перлина лісостепу ($T_c = 35,7$ %; $T_h = 36,0$ %) та Варвік / Царівна ($T_c = 44,2$ %; $T_h = 28,0$ %), у яких крайній максимальний прояв маси зерна головного колоса сягав 3,12 г; 3,27; 3,49 г відповідно. У 2023 р. позитивне трансгресивне розщеплення встановлено у десяти з 13 досліджуваних популяцій $F_{2,4}$. Ступінь трансгресії ознаки визначили від 0,4 % – Мирлена / Царівна до 32,5 % – Вебстер / Царівна, з частотою позитивних рекомбінантів 4,0–40,0 %. Виділено Служниця одеська / Либідь ($T_c = 27,3$ %; $T_h = 20,0$ %), Служниця одеська / Царівна ($T_c = 24,2$ %; $T_h = 32,0$ %), Богемія / Либідь (*erythrospertum*) ($T_c = 25,4$ %; $T_h = 40,0$ %) в яких показники ступеня і частоти були найвищими. У дев'яти з 14 популяцій (2024 р.) визначили позитивні трансгресії за ступеня (3,4–46,9 %) і частоти (4,0–28,0 %) трансгресивних рекомбінантів з найвищими показниками у популяції Мирлена / Царівна ($T_c = 29,6$ %; $T_h = 24,0$ %), Богемія / Либідь (*lutescens*) ($T_c = 23,8$ %; $T_h = 28,0$ %), Варвік / Царівна (*erythrospertum*) ($T_c = 46,9$ %; $T_h = 24,0$ %). Виділено популяції Варвік / Царівна, Богемія / Либідь, Мирлена / Царівна, Дріада 1 / Перлина лісостепу, Служниця одеська / Царівна та Служниця одеська / Либідь в яких упродовж трьох років встановлені позитивні трансгресії. Визначено сильний кореляційний взаємозв'язок ($r = 0,773$ – $0,781$) між ступенем і частотою трансгресій за масою зерна головного колоса.

Ключові слова: маса зерна головного колоса, екотип, гібридизація, популяція, ступінь трансгресії, частота трансгресії.

Lozinskiy M.V., Zinchenko S.V. Transgressive variability of main spikelet grain weight in $F_{2,4}$ populations under crossing of different soft winter wheat ecotypes

The article presents the results of studies on the establishment of peculiarities of transgressive variability of the main spikelet grain weight in $F_{2,4}$ populations of soft winter wheat obtained by hybridisation of different ecotypes. In 2022–2024 in the conditions of experimental field of the educational and production centre of Bila Tserkva NAU were studied ten combinations of crosses obtained from hybridisation of soft winter wheat varieties belonging to the forest-steppe, steppe

and Western European ecotypes: Varvik / Tsarivna, Varvik / Lybid, Bohemia / Lybid, Webster / Tsarivna, Kolos Myronivshchyny / Tsarivna, Myrlena / Tsarivna, Myrlena / Lybid, Dryada 1 / Perlyna Lisostepu, Sluzhnytsia Odeska / Tsarivna, Sluzhnytsia Odeska / Lybid, as well as the original parental forms.

It has been established that the use of different ecotypes in hybridisation of soft winter wheat varieties promotes the expansion of the formation process in populations and facilitates the selection of positive transgressive recombinants by the weight of the main spikelet grain. In seven out of ten studied F_2 populations, with variation in the degree (5.1–44.2 %) and frequency (8.0–36.0 %) of positive transgressions, the populations Sluzhnytsia Odeska / Tsarina ($T_d = 31.6$ %; $T_f = 24.0$ %), Driada 1 / Perlyna Lisostepu ($T_d = 35.7$ %; $T_f = 36.0$ %) and Varvik / Tsarina ($T_d = 44.2$ %; $T_f = 28.0$ %), in which the extreme maximum manifestation of the main spikelet grain weight reached 3.12, 3.27 and 3.49 g, respectively. In 2023, positive transgressive cleavage was found in ten of the 13 F_3 populations studied. The degree of transgression ranged from 0.4 % – Myrlena / Tsarivna to 32.5 % – Webster / Tsarivna, with a frequency of positive recombinants of 4.0–40.0 %. Sluzhnytsia Odeska / Lybid ($T_d = 27.3$ %; $T_f = 20.0$ %), Sluzhnytsia Odeska / Tsarivna ($T_d = 24.2$ %; $T_f = 32.0$ %), Bohemia / Lybid (*erythrospermum*) ($T_d = 25.4$ %; $T_f = 40.0$ %) were identified, in which the degree and frequency were the highest. In nine out of 14 populations (2024), positive transgressions were detected in terms of degree (3.4–46.9 %) and frequency (4.0–28.0 %) of transgressive recombinants, with the highest rates in the populations of Myrlena / Tsarivna ($T_d = 29.6$ %; $T_f = 24.0$ %), Bohemia / Lybid (*lutescens*) ($T_d = 23.8$ %; $T_f = 28.0$ %), Varvik / Tsarivna (*erythrospermum*) ($T_d = 46.9$ %; $T_f = 24.0$ %).

The populations Varvik / Tsarivna, Bohemia / Lybid, Myrlena / Tsarivna, Dryada 1 / Perlyna Lisostepu, Sluzhnytsia Odeska / Tsarivna and Sluzhnytsia Odeska / Lybid were identified in which positive transgressions were established over three years. A strong correlation ($r = 0.773$ – 0.781) between the degree and frequency of transgressions in the grain weight of the main spike was determined.

Key words: grain weight of the main spike, ecotype, hybridisation, population, degree of transgression, frequency of transgression.

Постановка проблеми. Добір трансгресивних рекомбінантів у зв'язку з важливим теоретичним та практичним значенням постійно привертає увагу багатьох науковців [1, с. 3; 2, с. 96]. Завдяки науково обґрунтованому підходу до виділення трансгресивних морфобіотипів селекціонери досягли успіху в створенні нових високопродуктивних сортів [3, с. 98], хоча генетична природа трансгресій при цьому вивчена недостатньо. У практичній селекції на підвищення адаптивного потенціалу пшениці м'якої озимої велику роль відіграють позитивні трансгресії [4, с. 21], одержані в результаті добору рекомбінантів за різними господарсько цінними ознаками [2, с. 96; 5, с. 92]. Головний колос пшениці відіграє важливу роль у формуванні продуктивності рослини і врожайності зерна в цілому [6, с. 542], а маса зерна з нього є однією із важливих кількісних ознак при проведенні доборів із гібридних популяцій і оцінці перспективних ліній [7, с. 168].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця (*T. aestivum* L.) озима є найбільш важливою продовольчою культурою нашої держави [8, с. 143; 9] та основним продуктом харчування для понад одного мільярду осіб у 43 країнах світу [10, с. 9735]. У зв'язку з цим, нарощування валових зборів високоякісного зерна пшениці є одним із пріоритетних напрямків розвитку сільського господарства [11, с. 97], а сорт – один із максимально ефективних методів підвищення урожайності [12, с. 3; 13, с. 2]. Важливим напрямком наукового забезпечення збільшення виробництва зерна є створення високоадаптивних сортів агрокліматичної орієнтації [14, с. 742], що характеризуються високим ступенем генетичного захисту врожаю від біотичних і абіотичних факторів середовища, а також розробка наукових основ створення генетичного різноманіття із заданими біологічними та господарськими властивостями [15, с. 102–103; 16, с. 75].

Основним методом створення сучасних сортів пшениці м'якої озимої є внутрішньовидова гібридизація, яка забезпечує поєднання біологічно корисних ознак і господарсько цінних властивостей, які визначають поступальне підвищення потенціалу продуктивності та стійкості до несприятливих чинників довкілля [17, с. 146]. Завдяки генетичній рекомбінації і трансгресивній мінливості можна вдало комбінувати в одному генотипі бажані характеристики й отримувати новий вихідний матеріал [18, с. 98].

Трансгресивна мінливість є результатом широкого формотворення у гібридних популяціях за різними ознаками, зокрема, морфологічними, фізіологічними, біохімічними і кількісними [19, с. 143]. Вищеплення в досліджуваних поколіннях гібридних популяцій таких фенотипів, у яких спостерігається перевищення максимального або мінімального прояву досліджуваних ознак, порівняно із показниками батьківських форм, відносять до трансгресивного розщеплення [20, с. 10]. Найбільший вплив на трансгресивну мінливість ознак має домінантно-гіпостатична взаємодія генів, але виникненню трансгресивних рекомбінантів може також сприяти наявність у вихідних компонентів схрещування неалельних сприятливих домінантних чи рецесивних генів, що діють за принципом комплементарності [21, с. 206]. Ряд дослідників відзначають високу ймовірність отримання позитивних трансгресій за еколого-географічного принципу підбору пар для гібридизації [22, с. 83].

Важливим елементом колосових зернових культур є маса зерна з головного колоса, яка обумовлюється масою зернівок і реалізується в процесі їх формування, на який впливає тривалість і швидкість їх розвитку [23, с. 22]. Ця ознака має високий рівень як успадкованості, так і трансгресивної мінливості, та використовується в якості одного з найбільш важливих маркерів для досліджень та проведення доборів у селекції пшениці м'якої озимої [24, с. 129].

Метою дослідження було встановлення трансгресивної мінливості маси зерна головного колоса у популяції F_{2-4} пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів.

Постановка завдання. Упродовж 2022–2024 рр. в умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували 10 комбінацій схрещування, отриманих за схрещування сортів пшениці м'якої озимої, які належать до різних екотипів: Варвік / Царівна, Варвік / Либідь, Богемія / Либідь, Вебстер / Царівна, Колос Миронівщини / Царівна, Мирлена / Царівна, Мирлена / Либідь, Дріада 1 / Перлина лісостепу, Служниця одеська / Царівна, Служниця одеська / Либідь, а також вихідні батьківські форми. Сівбу селекційного матеріалу проводили в останніх числах третьої декади вересня. Агротехніка – загальноприйнята для зони Лісостепу України. Попередник – гірчиця на зерно. Біометричний аналіз досліджуваного матеріалу проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності [25]. Статистичну обробку отриманих біометричних даних здійснювали з використанням програм Excel 2019 та «Statistica», версія 12.0 [26]. Ступінь (T_c) та частоту трансгресій (T_{ch}) за масою зерна головного колоса визначали за загальноприйнятою методикою [27]. При визначенні кореляційного взаємозв'язку між ознаками використовували запропоновану Ю. Л. Гужовим із співробітниками (1987) шкалу: $r < 0,3$ – зв'язок між ознаками слабкий; $0,3 < r < 0,5$ – помірний; $0,5 < r < 0,7$ – значний; $0,7 < r < 0,9$ – сильний; $r > 0,9$ – дуже сильний, близький до функціонального.

Виклад основного матеріалу дослідження. У 2022 р. досліджувані популяції F_2 пшениці м'якої озимої з позитивними трансгресіями формували масу зерна

головного колоса від 1,82 г у Колос Миронівщини / Царівна до 2,63 г – Дріада 1 / Перлина лісостепу, за показника у батьківських форм – 1,54–1,86 г (Дріада 1 і Варвік відповідно). Перевищення над середнім популяційним (2,16 г) значенням встановлено у Богемія / Либідь – 2,22 г, Служниця одеська / Царівна – 2,35 г, Дріада 1 / Перлина лісостепу – 2,63 г (табл. 1).

Таблиця 1

**Ступінь і частота позитивних трансгресій за масою зерна
з головного колоса в популяції F₂ (2022 р.)**

Популяція F ₂	Маса зерна, г					Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			
	♀	♂	F ₂	P	F ₂	Tс	Tч
Варвік / Царівна	1,86	1,76	2,06	2,42	3,49	44,2	28,0
Богемія / Либідь	1,64	1,81	2,22	2,38	2,96	24,4	16,0
Колос Миронівщини / Царівна	1,76	1,76	1,82	2,37	2,49	5,1	8,0
Мирлена / Царівна	1,65	1,76	2,07	2,37	2,54	7,2	8,0
Дріада 1 / Перлина лісостепу	1,54	1,81	2,63	2,41	3,27	35,7	36,0
Служниця одеська / Царівна	1,65	1,76	2,35	2,37	3,12	31,6	24,0
Служниця одеська / Либідь	1,65	1,81	1,94	2,38	3,07	29,0	8,0

За максимального прояву маси зерна головного колоса у батьківських форм 2,37–2,42 г, найвищі показники популяцій другого покоління визначені від 2,49 г (Колос Миронівщини / Царівна) до 3,49 г – Варвік / Царівна.

У семи з 10 досліджуваних популяцій F₂ пшениці м'якої озимої, за варіювання по досліді ступеня (Tc = 5,1–44,2 %) і частоти (Tch = 8,0–36,0 %) позитивних трансгресій, виділились популяції Служниця одеська / Царівна (Tc = 31,6 %; Tch = 24,0 %), Дріада 1 / Перлина лісостепу (Tc = 35,7 %; Tch = 36,0 %) та Варвік / Царівна (Tc = 44,2 %; Tch = 28,0 %), у яких крайній максимальний прояв маси зерна головного колоса сягав 3,12 г; 3,27; 3,49 г відповідно.

Нами встановлено прямий сильний ($r = 0,778$) кореляційний взаємозв'язок між ступенем і частотою рекомбінантів за масою зерна головного колоса у досліджуваних популяцій другого покоління (рис. 1).

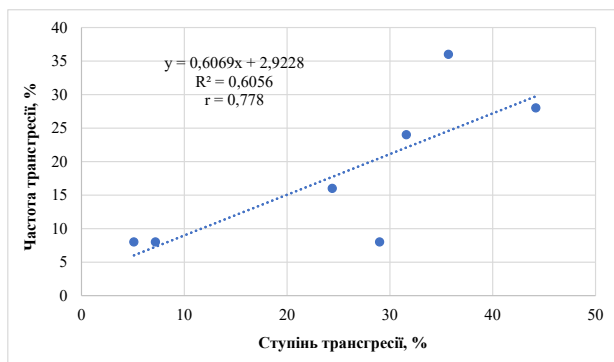


Рис. 1. Кореляційний взаємозв'язок між ступенем і частотою трансгресій за масою зерна головного колоса у популяцій F₂

В умовах 2023 р. популяції F_3 сформували масу зерна головного колоса від 1,99 г (Мирлена / Царівна) до 2,70 г (Служниця одеська / Царівна), з максимальним перевищенням над відповідними показниками батьківських форм із більшим проявом ознаки у Вебстер / Царівна (+0,27 г), Богемія / Либідь (*erythrosperrum*) (+0,40 г), Служниця одеська / Царівна (+0,44 г), Служниця одеська / Либідь (+0,47 г), Мирлена / Либідь (+0,58 г). Середню популяційну масу зерна головного колоса (2,43 г) перевищили шість із десяти популяцій (табл. 2).

Позитивне трансгресивне розщеплення за масою зерна з головного колоса встановлено у десяти з 13 досліджуваних популяцій F_3 . Ступінь трансгресії ознаки визначили від 0,4 % – Мирлена / Царівна до 32,5 % – Вебстер / Царівна, з частотою позитивних рекомбінантів 4,0–40,0 %. Виділено Служниця одеська / Либідь ($T_c = 27,3$ %; $T_h = 20,0$ %), Служниця одеська / Царівна ($T_c = 24,2$ %; $T_h = 32,0$ %), Богемія / Либідь (*erythrosperrum*) ($T_c = 25,4$ %; $T_h = 40,0$ %) в яких показники ступеня і частоти були найвищими.

Таблиця 2

Ступінь і частота позитивних трансгресій за масою зерна з головного колоса в популяції F_3 (2023 р.)

Популяція F ₃	Маса зерна, г					Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			
	♀	♂	F ₃	P	F ₃	Tc	Tч
Варвік / Царівна (<i>lutescens</i>)	2,22	2,26	2,21	2,47	2,58	4,5	4,0
Варвік / Царівна (<i>erythrospermum</i>)	2,22	2,26	2,27	2,47	2,95	19,4	12,0
Варвік / Либідь	2,22	2,17	2,16	2,67	2,72	3,0	8,0
Богемія / Либідь (<i>erythrospermum</i>)	1,76	2,17	2,57	2,64	3,31	25,4	40,0
Вебстер / Царівна	1,65	2,26	2,53	2,43	3,22	32,5	28,0
Мирлена / Царівна	2,02	2,26	1,99	2,52	2,53	0,4	4,0
Мирлена / Либідь	2,02	2,17	2,75	2,64	3,28	24,2	16,0
Дріада 1 / Перлина лісостепу (<i>erythrospermum</i>)	1,83	2,66	2,46	3,13	3,67	17,3	8,0
Служниця одеська / Царівна	1,92	2,26	2,70	2,60	3,23	24,2	32,0
Служниця одеська / Либідь	1,92	2,17	2,64	2,64	3,36	27,3	20,0

Кореляційним аналізом встановлено прямий сильний взаємозв'язок ($r = 0,773$) між частотою та ступенем трансгресії за масою зерна головного колоса популяцій F_3 пшениці м'якої озимої (рис. 2).

У 2024 р. популяції четвертого покоління формували масу зерна головного колоса від 1,59 г (Служниця одеська / Царівна) до 2,36 г – Богемія / Либідь (*lutescens*). Крайній максимальний прояв досліджуваної ознаки у популяції встановлено в межах 2,10–3,23 г із перевищенням над показниками вихідних компонентів гібридизації від 0,09 г (Служниця одеська / Либідь) до 0,90 г – Варвік / Царівна (*erythrosperrum*) (табл. 3).

У дев'яти з 14 популяцій визначили позитивні трансгресії за масою зерна головного колоса за ступеня (3,4–46,9 %) і частоти (4,0–28,0 %) трансгресивних рекомбінантів. У популяції Мирлена / Царівна ($T_c = 29,6$ %; $T_h = 24,0$ %), Богемія / Либідь (*lutescens*) ($T_c = 23,8$ %; $T_h = 28,0$ %), Варвік / Царівна (*erythrosperrum*) ($T_c = 46,9$ %; $T_h = 24,0$ %) визначили найвищі показники трансгресій досліджуваної ознаки.

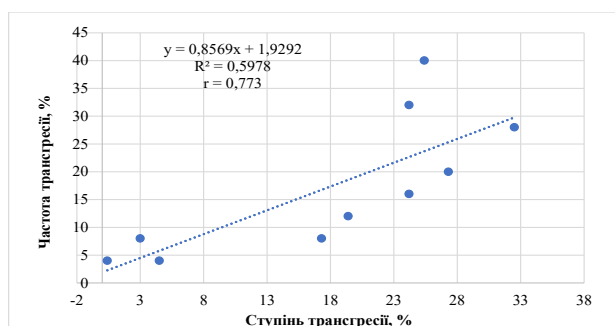


Рис. 2. Кореляційний взаємозв'язок між ступенем і частотою трансгресії за масою зерна головного колоса у популяції F₃

Таблиця 3

Ступінь і частота трансгресій позитивних трансгресій за масою зерна з головного колоса в популяції F₄ (2024 р.)

Популяція F ₄	Маса зерна, г					Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			
	♀	♂	F ₄	P	F ₄	Tс	Tч
Варвік / Царівна (<i>lutescens</i>)	1,76	1,67	2,07	1,92	2,41	25,5	16,0
Варвік / Царівна (<i>erythrospermum</i>)	1,76	1,67	2,24	1,92	2,82	46,9	24,0
Богемія / Либідь (<i>lutescens</i>)	1,71	1,88	2,36	2,61	3,23	23,8	28,0
Вебстер / Царівна	1,74	1,67	1,84	2,07	2,41	16,4	12,0
Колос Миронівщини / Царівна	1,64	1,67	1,74	1,93	2,14	10,9	8,0
Мирлена / Царівна	1,66	1,67	2,04	1,96	2,54	29,6	24,0
Дріада 1 / Перлина лісостепу (<i>lutescens</i>)	1,48	1,49	2,00	2,16	2,70	25,0	12,0
Служниця одеська / Царівна	1,31	1,67	1,59	1,83	2,10	14,8	8,0
Служниця одеська / Либідь	1,31	1,88	2,34	2,61	2,70	3,4	4,0

На рівні прямого сильного ($r = 0,781$) також досліджено кореляційний взаємозв'язок між ступенем і частотою позитивних рекомбінантів у популяції четвертого покоління (рис. 3).

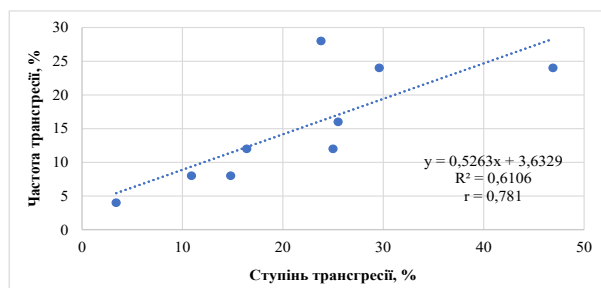


Рис. 3. Кореляційний взаємозв'язок між ступенем і частотою трансгресії за масою зерна головного колоса у популяції F₄

Висновки. Залучення до гібридизації сортів пшениці м'якої озимої степового, лісостепового та західноєвропейського екотипів сприяє розширенню формотворчого процесу в популяціях F_{2-4} і добору позитивних трансгресивних рекомбінантів за масою зерна головного колоса. Виділено популяції Варвік / Царівна, Богемія / Либідь, Мирлена / Царівна, Дріада 1 / Перлина лісостепу, Служниця одеська / Царівна та Служниця одеська / Либідь в яких упродовж трьох років встановлені позитивні трансгресії. Визначена кореляційна взаємозалежність між ступенем і частотою трансгресій у популяції F_{2-4} свідчить про сильний прямий ($r = 0,773-0,781$) взаємозв'язок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Базалій В. В., Бойчук І. В. Трансгресивна мінливість гібридів пшениці м'якої озимої і її використання в селекції. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 78. С. 3–8.
2. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Гуцалюк Н. В., Крицька М. О., Прелипов Р. А., Бакуменко О. Ю. Трансгресивна мінливість кількості зерен головного колосу у популяціях F_2 за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2021. № 2 (167). С. 95–105.
3. Хоменко С. О., Федоренко М. В. Трансгресивна мінливість ознак продуктивності гібридів другого покоління пшениці твердої ярої. *Селекція і насінництво*. 2015. № 107. С. 97–104.
4. Орлюк А. П. Трансгресивна мінливість господарсько-цінних ознак і властивостей у озимої пшениці. *Збірник наукових праць СГП – НЦНС*. 2004. № 6 (46). С. 20–31.
5. Осьмачко О. М., Власенко В. А. Трансгресивна мінливість стійкості проти септоріозу гібридів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу. Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): матеріали VI Міжнародної наукової конференції (м. Умань, 15–17 березня 2017 р.). Умань : УНУС, 2017. С. 92–96.
6. Lozinskiy M., Burdenyuk-Tarasevych L., Grabovskyi M., Lozinska T., Sabadyn V., Sidorova I., Kumanska Y. Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. *Agronomy Research*. 2021. № 19 (2). P. 540–551.
7. Лозінський М. В., Філіцька О. О. Формування маси зерна головного колоса в різних за висотою сортів пшениці (*T. aestivum* L.) озимої в умовах Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 169–174.
8. Філіцька О. О. Особливості успадкування довжини головного колоса за гібридизації різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої. *Аграрні інновації*. 2022. С. 143–149. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.22>
9. Маслак О., Томашевська А. Ринок пшениці в Україні. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 12 (331). URL: <http://www.agrobusiness.com.ua/ekonomichnyi-gektar/5671-rynok-pshenytsi-v-ukraini-ta-sviti.html>
10. Hama-Amin T. N., Towfiq S. I. Estimation of some genetic parameters using line×tester analysis of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Applied ecology and environmental research*. 2019. Vol. 4. № 17. P. 9735–9752.
11. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 96–103.
12. Гамаюнова В. В., Корхова М. М., Панфілова А. В. та ін. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування: монографія. Миколаїв : МНАУ, 2021. 300 с.
13. Мілютенко Т. Б., Довбиш М. Й., Ключко А. А., Лисікова В. М. Потенціал сортових ресурсів. Ефективне його використання – головна передумова стабільного виробництва зерна. *Насінництво*. 2011. № 2. С. 1–6.

14. Finley K. W., Wilkinson I. N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1963. № 14. P. 742–754.
15. Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т., Лузан Ю. Я. Розвиток аграрної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні. Київ : Аграрна наука, 2018. 328 с.
16. Жупина А. Ю., Базалій Г. Г., Усик Л. О., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О. Успадкування довжини колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 74–82. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.10>
17. Юрченко Т., Волощук С., Кириленко В., Кочмарський В. Трансгресивна мінливість за ознаками продуктивності колосу, індукована мутагенними чинниками в гібридних популяціях пшениці м'якої озимої. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2014. № 18. С. 146–154.
18. Prasad K. D., Naque M. F., Ganguli D. K. Heterosis studies for yield and its components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian Journal of Genetics*. 1998. № 1. P. 97–100.
19. Бакуменко О. М., Власенко В. А. Трансгресивна мінливість продуктивності колосу в F_2 пшениці м'якої озимої за участі носіїв пшенично-житніх транслокацій. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2016. № 9 (32). С. 143–148.
20. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Ображій С. В. Успадкування і формотворення за кількістю колосків від гібридизації різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів пшениці. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2020. № 4 (42). С. 9–16.
21. Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В., Пикало С. В. Трансгресивна мінливість в популяціях F_2 , F_3 пшениці м'якої озимої за ознаками продуктивності в умовах Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 206–213. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.30>
22. Федоренко М. В., Федоренко І. В., Близнюк Р. М. Трансгресивна мінливість у гібридних популяціях F_2 пшениці ярої *Triticum aestivum* L. та *Triticum durum* Desf. за елементами продуктивності колосу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. № 76 (1). С. 81–89.
23. Лозінська Т. П. Формування елементів продуктивності нових сортів пшениці м'якої ярої в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2013. № 10 (100). С. 22–25.
24. Лозінська Т. П. Успадкування та трансгресивна мінливість маси зерна колоса у F_1 і F_2 пшениці ярої. *ЛОГОС. Мистецтво наукової думки*. 2019. № 4. С. 129–131.
25. 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.
26. Опря А. Т., Дорогань-Писаренко Л. О., Єгорова О. В., Кононенко Ж. А. Статистика: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2014. 536 с.
27. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур. Миронівка : ПрАТ «Миронівська друкарня», 2016. 376 с.