


АГРОНОМІЯ

УДК 633.111.1«324»:631.524.84/527.53.2

Селекційно-генетичні особливості прояву кількості зерен у головному колосі у гібридів з пшенично-житніми транслокаціями 1BL.1RS і 1AL.1RS в умовах Лісостепу УкраїниДубовик Н.С.¹ , Сабадин В.Я.¹ , Кириленко В.В.² ,Гуменюк О.В.² , Лобачов В.О.³ ¹ Білоцерківський національний аграрний університет² Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України³ Агрофірма «Колос ЛТД» Сабадин В.Я. E-mail: valia.sabady@btsau.edu.ua

Дубовик Н.С., Сабадин В.Я., Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Лобачов В.О. Селекційно-генетичні особливості прояву кількості зерен у головному колосі у гібридів з пшенично-житніми транслокаціями 1BL.1RS і 1AL.1RS в умовах Лісостепу України. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2022. № 1. С. 85–94.

Dubovyk N., Sabady V., Kyrylenko V., Humentyuk O., Lobachov V. Breeding and genetic features of the manifestation of the number of grains per main ear manifestation in hybrids with 1BL.1RS and 1AL.1RS wheat-rye translocations in the Forest Steppe of Ukraine. «Agrobology», 2022. no. 1, pp. 85–94.

Рукопис отримано: 18.04.2022 р.

Прийнято: 03.05.2022 р.

Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-85-94

Досліджено рівень прояву гетерозисного ефекту в гібридних популяціях, що підвищить ефективність селекційного процесу пшениці озимої за ознакою кількість зерен у головному колосі. Вивчено 30 гібридних комбінацій, створених за використання повної діалельної схеми схрещувань шести сортів пшениці м'якої озимої, носіїв пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ): 1AL.1RS – Експромт, Золотоколоса, Колумбія та 1BL.1RS – Калинова, Світанок Миронівський, Легенда Миронівська. Відмічено значення адитивних і неадитивних ефектів генів у детермінації ознаки кількість зерен у головному колосі. У разі залучення в схрещування сорту Світанок Миронівський гібриди успадковували досліджувану ознаку переважно за адитивною моделлю, а за участю сортів Експромт, Золотоколоса, Легенда Миронівська, Калинова, Колумбія – за неадитивною моделлю. Кращими за кількістю випадків з високими ефектами загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) за ознакою кількість зерен у головному колосі були сорти-носії ПЖТ: 1BL.1RS – Легенда Миронівська, 1AL.1RS – Золотоколоса та Колумбія. Незалежно від погодних умов року виявлено гетерозисний ефект у групі схрещувань 1BL.1RS / 1BL.1RS та відібрано в наступних поколіннях трансгресивні форми. Порівняно з кращою батьківською формою перевищення за кількістю зерен у головному колосі в F_1 мали 26,7 (2016 р.) і 33,3 % (2017 р.) гібридів, коефіцієнт істинного гетерозису (Hbt) становив від 2,15 до 10,71 % і від 0,32 до 11,77 % відповідно. Позитивний початок інтенсивного формування (F_2) та ступінь трансгресії в F_3 за ознакою зафіксовано в 73,3 % популяцій. Найвище значення показника виявили в популяції: F_2 – Золотоколоса / Колумбія, Світанок Миронівський / Експромт (по 32,1 %), Калинова / Золотоколоса (31,7 %); F_3 – Колумбія / Золотоколоса (41,5 %), Золотоколоса / Експромт (35,9 %). У більшості з них батьківськими компонентами були сорти-носії 1AL.1RS транслокації.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, пшенично-житні транслокації, кількість зерен у головному колосі, загальна комбінаційна здатність, специфічна комбінаційна здатність, гетерозис, трансгресії.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Вихідний матеріал є основою селекції, а його вивченість обумовлює її результативність. Селекційна практика підтверджує необхідність цілеспрямованого пошуку цінних батьківських форм [1].

Одним із вдалих способів збагачення геноплазми пшениці чужинними генетичними компонентами міжсортною гібридизацією є використання пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ) [2]. Нині набувають поширення сорти пшениці озимої з ПЖТ, які характеризуються

підвищеним адаптивним потенціалом та мають попит у виробництві, а для селекції це вихідний матеріал [3, 4].

У ліній та сортів пшениці, носіїв 1RS.1BL транслокацій, доведено підвищення врожайності та толерантності до несприятливих погодних умов, особливо відмічено високу посухостійкість [5, 6]. Лінії з 1RS.1BL/1RS.1AL транслокаціями вважають цінним генетичним матеріалом для поліпшення м'якої пшениці [7, 8].

Для створення гетерозисних гібридів важливим етапом є визначення комбінаційної здатності зразків, а також її мінливості під впливом різних умов. Це значно підвищує ефективність пошуку кращих гібридних комбінацій для отримання гетерозису. Дослідження комбінаційної здатності сучасних сортів пшениці проводять як в Україні, так і за кордоном [9–11].

У селекційному процесі необхідно підбирати батьківські форми для схрещування, враховуючи оцінки їх комбінаційної здатності. Це дасть змогу отримати максимальні гетерозисні ефекти в гібридних комбінаціях [12, 13]. Ефективно здійснити таке оцінювання можна завдяки системі діалельних схрещувань і за результатами визначити комбінаційну здатність кожної батьківської форми, що була залучена до схеми гібридизації [14].

Умови середовища мають важливе значення у мінливості ефектів комбінаційної здатності. Батьківські форми, які є перспективними для гібридизації, мають характеризуватися стабільністю ознак у різних екологічних умовах [15]. У селекційному процесі відбувається накопичення генів, що збільшує прояв ознак. Вони обумовлюють зернову продуктивність (кількість колосків та зерен у колосі, маса зерна з колоса). Водночас спостерігається тенденція зміни ефектів загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) від від'ємних значень у сортів ранньої селекції до високих позитивних у сучасних сортів. Крім того, ефекти ЗКЗ значно варіюють під впливом умов середовища [2].

Ефективність селекційного процесу можна істотно підвищити за добору в гібридних популяціях особин з трансгресіями цінних ознак і подальшої їх генетичної стабілізації. Вивчення природи трансгресивної мінливості ще не дає змоги сформулювати чіткі рекомендації застосування у селекції. Відомо, що продуктивність колоса – це результат інтегральної взаємодії генів, які контролюють кількість зерен у колосі та їх масу. Ці елементи продуктивності можуть успадковуватись незалежно один від одного [16].

Вивчення особливостей прояву загальної та специфічної комбінаційної здатності (СКЗ) пшениці озимої різними вченими засвідчило,

що підбір батьківських компонентів доцільніше проводити на основі їх ЗКЗ, оскільки вона стабільніша за роками і краще характеризує генотипи, ніж потенційні компоненти гібрида порівняно з СКЗ. Подальший добір пар можливо проводити на основі СКЗ за врожайністю зерна. Це дасть змогу отримати як адитивну, так і неадитивну частину генетичної мінливості кількості зерен з колоса [2, 17].

У дослідженнях [2, 18] комбінаційної здатності ліній пшениці за основними елементами продуктивності було встановлено, що незалежно від покоління й умов року в генетичному контролі ознак переважали ефекти ЗКЗ. Вони вказували на домінування адитивних ефектів генів. Це дало змогу проводити добір у ранніх поколіннях гібридних комбінацій.

Мета дослідження. Виявити селекційно-генетичні особливості прояву ознаки кількість зерен у головному колосі в гібридів, створених за участю сучасних сортів пшениці м'якої озимої, які є носіями пшенично-житніх транслокацій. Виділити, за використання повної схеми діалельних схрещувань, генетичні джерела з підвищеним рівнем комбінаційної здатності. Залучити їх у схрещування для одержання в гібридних поколіннях максимальних гетерозисних ефектів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили впродовж 2016–2018 рр. Матеріалом для досліджень були 30 гібридних комбінацій, створених завдяки застосуванню повної діалельної схеми схрещувань шести сортів пшениці м'якої озимої, носіїв пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ): 1AL.1RS – Експромт, Колумбія, Золотоколоса; 1BL.1RS – Калинова, Легенда Миронівська, Світанок Миронівський.

Гібридні комбінації було розподілено за групами схрещувань сортів-носіїв ПЖТ на 4 групи: 1AL.1RS / 1AL.1RS – 20 % ; 1BL.1RS / 1BL.1RS – 20 % ; 1AL.1RS / 1BL.1RS – 30 % ; 1BL.1RS / 1AL.1RS – 30 %.

Розміщували ділянки розсадника F_1 за схемою: материнська форма, гібрид, батьківська форма (запилювач). Гібридні комбінації досліджували у 2016 і 2017 рр. – F_1 ; у 2018 р. – F_2 , F_3 . Упродовж вегетації проводили фенологічні спостереження. За настання повної стиглості здійснювали структурний аналіз елементів продуктивності головного колоса батьківських компонентів та гібридів за ознакою кількість зерен у головному колосі: F_1 , F_3 – по 25 рослин і F_2 – по 200.

Ступінь фенотипового домінування в гібридних комбінаціях за досліджуваними ознаками обраховували за В. Griffing [19]. Дані

групували, користуючись класифікацією G. M. Veil, R. E. Atkins [20].

Прояв гіпотетичного (Ht) та істинного (Htb) гетерозису в гібридних комбінаціях F_1 визначали за вказівками Matzinger et al. [21], S. Fonseca, F. Patterson [22]. У дослідженнях гіпотетичний гетерозис (Ht) показував перевищення прояву ознаки в F_1 над середнім значенням батьківських компонентів [23]. Гетерозис істинний (heterobeltiosis) (Htb) дав змогу виявити переважання прояву ознаки в F_1 порівняно із кращою батьківською формою [24].

Ступінь та частоту трансгресії кількісних ознак визначали за формулами, які запропонували Г.С. Воскресенська та В.І. Шпота [25].

Загальну комбінаційну здатність і специфічну комбінаційну здатність та генетичні параметри розраховували відповідно до вказівок М.А. Fedina, D.Ia. Silisa та А.В. Smiriaeva [14], з використанням програми Excel 2010.

Характеристики вологозабезпеченості умов росту рослин пшениці озимої обраховували за середньомісячним гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) [26]. Користувались диференціацією показників ГТК: від 0,5 до 1,0 – засушливий чи сухий період; від 1,0 до 1,5 – нормальний; понад 1,5 – вологий, або надмірно вологий період. Оптимальним для пшениці є показник ГТК = 1,2.

Результати дослідження та обговорення.

Гідротермічні умови в роки проведення досліджень вказували на засушливий передпосівний період у серпні, вересні (ГТК 0,15–0,81), а також у травні – 2017 р. (0,54), 2018 р. (0,58) та квітні – 2018 р. (0,59); червні – липні 2016 р. (0,28), 2017 р. (0,25). У червні 2016 р. (1,14) та липні 2018 р. (1,26) мали нормальний рі-

вень ГТК. Вологими також були місяці: жовтень 2015–2017 рр. (ГТК 3,18–9,27); квітень 2016 р. (1,72), 2017 р. (2,04); травень 2016 р. (2,04); червень 2018 р. (1,58), а також липень 2017 р. (1,62).

За використання повної діалельної схеми схрещування шести сортів пшениці озимої, оцінювали генетичні особливості рівнів ЗКЗ та СКЗ, співвідношення їх варіанс за селекційною ознакою кількість зерен у головному колосі.

Достовірні константи СКЗ за ознакою кількість зерен у головному колосі відмічено в сортах Експромт, Калинова, Легенда Миронівська та Колумбія, що підтверджує їх селекційну цінність.

Позитивні ефекти ЗКЗ за ознакою кількість зерен у головному колосі достовірно високі зафіксовані в сорту Легенда Миронівська. Нижчі, однак істотні ефекти у сортів Колумбія і Золотоколоса. Достовірно низькі ефекти ЗКЗ відмічали у сортів Експромт та Світанок Миронівський (-1,04 – -2,05) (табл. 1).

Проаналізувавши ефекти ЗКЗ та варіанси СКЗ, відмітили, що кращими за кількістю випадків з високими ефектами ЗКЗ за ознакою кількість зерен у головному колосі були сорти-носії ПЖТ: 1BL.1RS – Легенда Миронівська, 1AL.1RS – Колумбія та Золотоколоса.

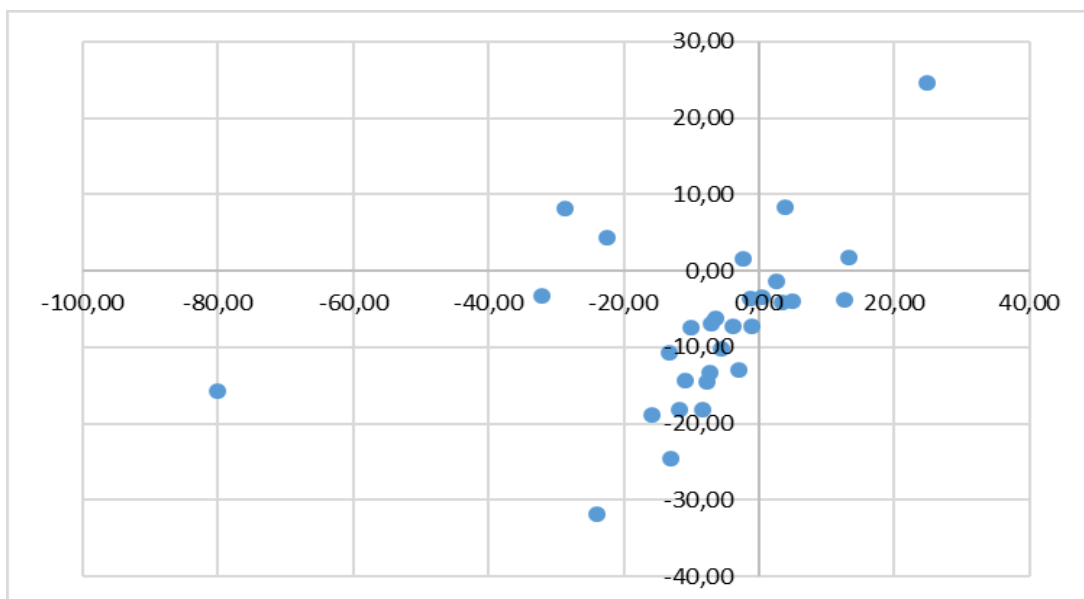
У 2016 р. за кількістю зерен у головному колосі гетерозис (позитивне наддомінування) спостерігали в чотирьох (13,3 %) гібридних комбінаціях: Калинова / Легенда Миронівська, Золотоколоса / Легенда Миронівська, Калинова / Колумбія і Експромт / Колумбія. Частково позитивне домінування – у двох: Легенда Миронівська / Світанок Миронівський і Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (рис. 1).

Таблиця 1 – Константи специфічної комбінаційної здатності (СКЗ), ефекти і варіанси загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) за ознакою кількість зерен у головному колосі, 2016 р.

Компонент схрещувань	Світанок Миронівський	Експромт	Золотоколоса	Легенда Миронівська	Калинова	Колумбія	Ефекти ЗКЗ (gi)	Варіанса ЗКЗ (σ^2 gi)	Варіанса СКЗ (σ^2 si)
Світанок Миронівський	-						-2,05**	4,18	2,75
Експромт	1,19*	-					-1,04**	1,03	1,38
Золотоколоса	-0,40	-1,90*	-				0,63**	0,36	12,87
Легенда Миронівська	-0,97*	-0,48	6,35*	-			1,62**	2,59	14,20
Калинова	-2,11*	0,82*	-1,57*	-0,94*	-		0,33	0,07	5,42
Колумбія	2,28*	0,37	-2,49*	-3,96*	3,80*	-	0,50**	0,21	10,10

Примітки: * – константи істотні на 5 % рівні, $HP_{05} = 0,68$;

** – ефекти ЗКЗ істотні на 5 % рівні, $HP_{05}(gi) = 0,40$.



Примітка: вісь ординат: Ht – гіпотетичний гетерозис, %;
вісь абсцис: Hbt – істинний гетерозис, %

Рис. 1. Ступінь гетерозису пшениці озимої за ознакою кількість зерен у головному колосі в F_2 , 2016 р.

Максимальний ступінь гетерозису був у гібридів: Калинова / Колумбія ($h_p = 3,16$ %; $H_t = 12,68$ %; $H_{bt} = -3,86$ %) і Калинова / Легенда Миронівська ($h_p = 113,00$ %; $H_t = 24,84$ %; $H_{bt} = 24,56$ %).

У 2017 р. гетерозис відмічали у п'ятнадцяти (50 %) гібридних комбінаціях, частково позитивне домінування – у трьох (рис. 2).

Максимальний ступінь гетерозису у несприятливих умовах 2017 р. мали гібриди: Світанок Миронівський / Калинова ($h_p = 5,31$ %; $H_t = 13,09$ %; $H_{bt} = 13,14$ %), Калинова / Світанок Миронівський ($h_p = 5,99$ %; $H_t = 14,77$ %; $H_{bt} = 14,72$ %), Золотоколоса / Світанок Миронівський ($h_p = 2,67$ %; $H_t = 19,86$ %; $H_{bt} = 19,95$ %). Позитивне наддомінування встановили в гібридній комбінації Калинова / Легенда Миронівська, незалежно від погодних умов року (рис. 3).

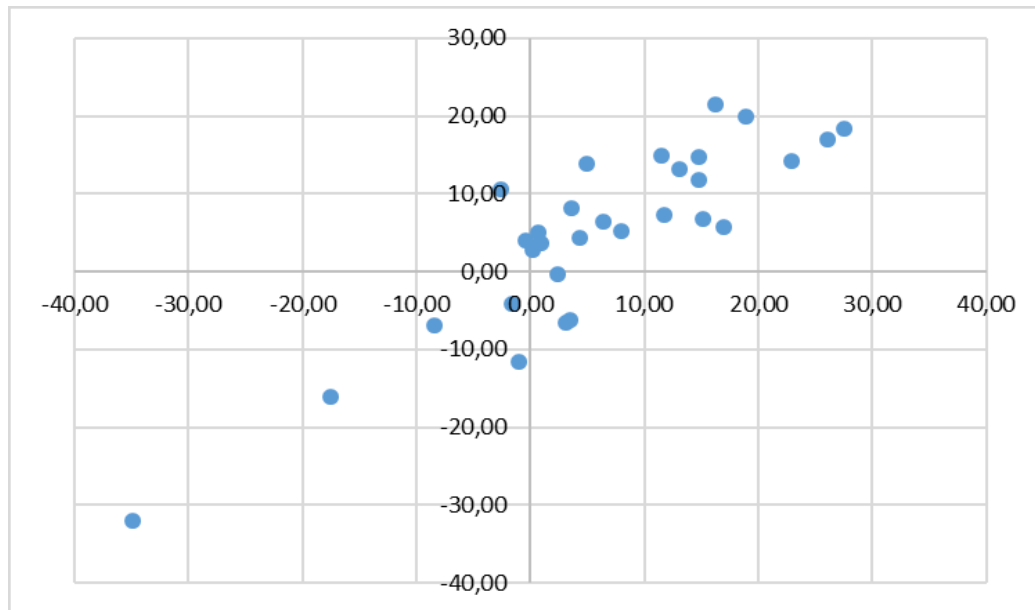
У популяціях другого та третього гібридних поколінь пшениці за використання сортів із ПЖТ спостерігали початок інтенсивного формування (позитивні трансгресії) ознаки, яка залежала від ступеня гетерозису чи депресії. У F_2 кількість зерен у головному колосі початок прояву позитивної трансгресії визначили у 28 гібридних комбінацій (93,0 %). За кількістю зерен у головному колосі до кращих гібридних популяцій у F_2 належали: Світанок Миронівський / Експромт ($T_c = -23,2$ %, $T_r = -45,0$ %), Золотоколоса / Колумбія ($T_c = -32,1$ %, $T_r =$

52,1 %), Калинова / Золотоколоса ($T_c = 31,7$ %, $T_r = 52,0$ %) та ін. (рис. 4).

Позитивну трансгресію у F_3 спостерігали в 24 гібридних комбінаціях (80,0 %). Позитивний ступінь трансгресії, за кількістю зерен у головному колосі, зафіксовано в гібридних популяціях: Колумбія / Експромт ($T_c = 36,5$ %, $T_r = 96,0$ %), Калинова / Золотоколоса ($T_c = 35,0$ %, $T_r = 88,0$ %), Світанок Миронівський / Колумбія ($T_c = 35,2$ %, $T_r = 88,0$ %) та ін. (рис. 5).

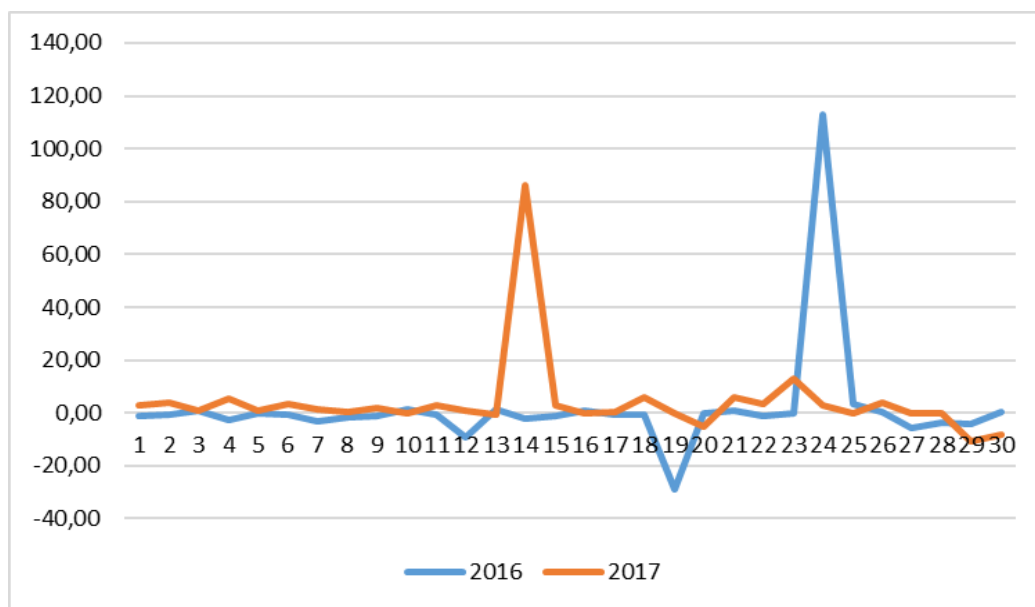
Специфічна комбінаційна здатність характеризує цінність генотипів конкретної комбінації схрещування. Вона визначається відхиленням параметру ознаки від середньої ЗКЗ для обох батьківських форм. У детермінації ознаки кількість зерен у головному колосі генотипів слід відмітити значення адитивних і неадитивних ефектів генів.

Так, за оцінкою різниці варіанс ЗКЗ ($\sigma^2_{g_i}$) і СКЗ ($\sigma^2_{s_i}$) гібриди успадковували ознаку переважно за адитивною моделлю ($\sigma^2_{g_i} > \sigma^2_{s_i}$), залучаючи у схрещування сорт Світанок Миронівський (1BL.1RS), що доводило доцільність проведення доборів за фенотипом. За неадитивною моделлю ($\sigma^2_{g_i} < \sigma^2_{s_i}$) гібриди успадковували ознаку кількість зерен у головному колосі за залучення сортів: Експромт (1AL.1RS), Золотоколоса (1AL.1RS), Калинова (1BL.1RS), Легенда Миронівська (1BL.1RS) і Колумбія (1AL.1RS), тому добори доцільно проводити за генотипом.



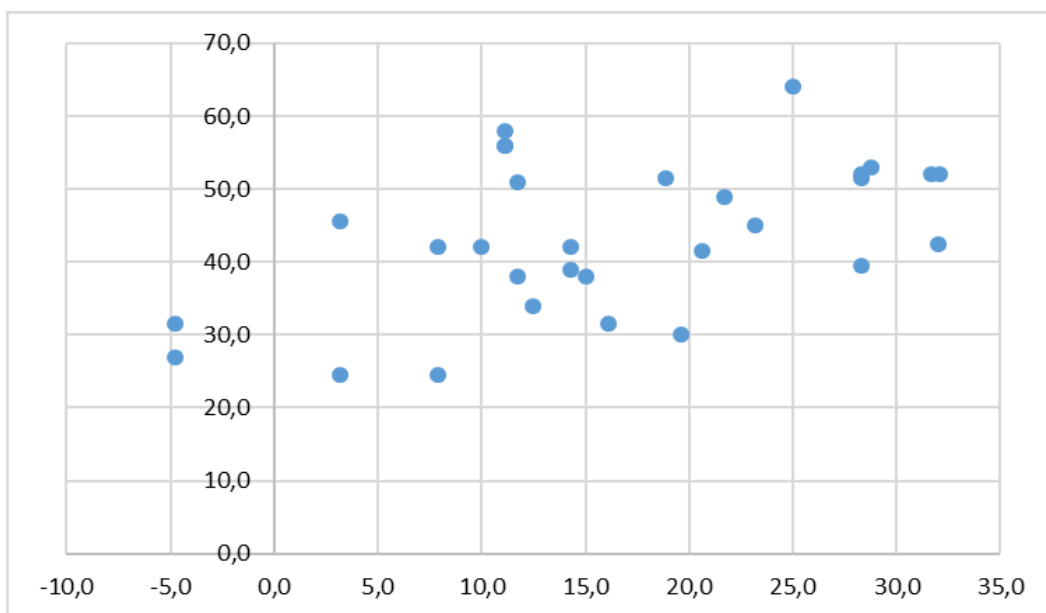
Примітка: вісь ординат: H_t – гіпотетичний гетерозис, %;
вісь абсцис: H_{bt} – істинний гетерозис, %.

Рис. 2. Ступінь гетерозису пшениці озимої за ознакою кількість зерен у головному колосі в F_1 , 2017 р.



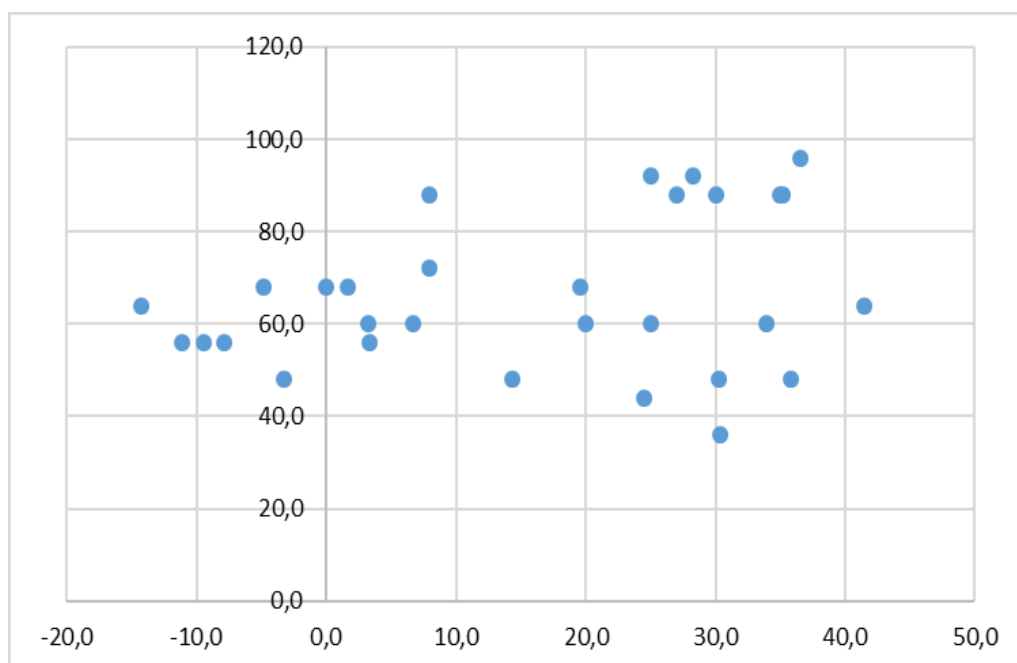
Примітка: вісь ординат: ступінь фенотипового домінування (h_p), %;
вісь абсцис: номер гібридної комбінації.

Рис. 3. Ступінь фенотипового домінування (h_p) пшениці озимої за ознакою кількість зерен у головному колосі в F_1 , 2016, 2017 рр.



Примітка: вісь ординат: Tc – ступінь трансгресії, %;
вісь абсцис: Tr – частота трансгресії, %.

Рис. 4. Ступінь та частота трансгресії пшениці озимої за ознакою кількість зерен у головному колосі в F₂, 2018 р.



Примітка: вісь ординат: Tc – ступінь трансгресії, %;
вісь абсцис: Tr – частота трансгресії, %.

Рис. 5. Ступінь та частота трансгресії пшениці озимої за ознакою кількість зерен у головному колосі в F₃, 2018 р.

Сорти-носії ПЖТ 1AL.1RS – Золотоколоса та Колумбія і 1BL.1RS – Легенда Миронівська можливо використовувати в комбінаційній селекції для створення перспективних популяцій для добору рослин за високою продуктивністю. Вони мають найбільшу кількість позитивно активних генів аналізованої ознаки (ефекти ЗКЗ істотні за $HIP_{05}(gi) - 0,40$).

У роки досліджень істотно впливали на реакцію батьківських форм і гібридів гідротермічні режими. Негативний вплив посухи відмічали для сортів Золотоколоса і Експромт, у бік зменшення кількості зерен генотипів на 30 і 35 %. В умовах 2016 р. у цих сортів сформовано колос із найбільшою кількістю зерен. Така реакція свідчить про їх знижену посухостійкість. Незалежно від умов року сорт Світанок Миронівський формував колос з кількістю зерен 40–42 шт. У 2016 р. максимальне значення ознаки (47,0 шт.) відмічали у гібридів, де материнською формою використовували сорт Легенда Миронівська.

Перевищення за кількістю зерен із головного колоса в F_1 порівняно з кращою батьківською формою, мали 26,7 (2016 р.) і 33,3 % (2017 р.) гібридів. Коефіцієнт істинного гетерозису (Hbt) становив від 2,15 до 10,71 % і від 0,32 до 11,77 % відповідно.

Дані фенотипового домінування кількості зерен у головному колосі в F_1 свідчать, що незалежно від умов року проміжне успадкування мали 26,7 % гібридних комбінацій. Позитивне наддомінування відмічено у посушливих умовах 2017 р. у 50 % комбінацій.

У 2017 р. відмічено ефект гетерозису за залучення до схрещувань сортів Золотоколоса 1AL.1RS і Світанок Миронівський 1BL.1RS як материнського компонента (80 %) або батьківського (60 %).

Проведено аналіз мінливості за ознакою кількість зерен у головному колосі з метою виявлення трансгресивних форм та визначення можливості їх добору. У популяціях F_2 ступінь позитивної трансгресії за ознакою кількість зерен у головному колосі встановлено в 93,3 % комбінацій, у F_3 – 80,0 %. Найвище значення виявили в гібридних популяціях F_2 Калинова / Золотоколоса (31,7 %), Золотоколоса / Колумбія, Світанок Миронівський / Експромт (по 32,1 %); у F_3 – Золотоколоса / Експромт (35,9 %), Колумбія / Золотоколоса (41,5 %). У родоводі кращих комбінацій присутні батьківські компоненти сорти-носії 1AL.1RS транслокації.

Добір морфобіотипів у F_2 пов'язаний зі складністю виділення гомозиготних трансгресив, оскільки вони бувають гетерозиготними формами та фенотипово не різняться. У зв'яз-

ку з цим виділяти трансгресивні фенотипи найкраще в більш пізніх поколіннях (F_3-F_5).

Частота виділення трансгресивних форм за кількістю зерен у головному колосі залежала від генотипу, покоління та умов доглядів. За аналізу даних F_2 у 2016 р. спостерігали нижчий рівень прояву характеру успадкування порівняно із 2017 р. У комбінаціях відмітили зниження частоти трансгресій в F_2 та її підвищення у F_3 .

Висновки. Відмічено значення адитивних і неадитивних ефектів генів у детермінації ознаки кількість зерен головного колоса. У разі залучення в схрещування сорту пшениці озимої Світанок Миронівський (1BL.1RS) гібриди успадковують досліджувану ознаку переважно за адитивною моделлю, що свідчить про необхідність проведення доборів за фенотипом. За участю в родоводі сортів Золотоколоса (1AL.1RS), Експромт (1AL.1RS), Легенда Миронівська (1BL.1RS), Колумбія (1AL.1RS) і Калинова (1BL.1RS) – за неадитивною моделлю, добори слід робити за генотипом.

Сорти Світанок Миронівський, Золотоколоса, Легенда Миронівська, і Колумбія доцільно використовувати в комбінаційній селекції як ефективні генетичні джерела підвищення озерненості колоса. Вони мають найбільшу кількість позитивно активних генів ознаки кількість зерен основного колоса серед оцінених сортів.

Під час дослідження характеру успадкування кількості зерен у головному колосі виявлено кращі гібридні комбінації, які містять 1BL.1RS транслокації: Світанок Миронівський / Легенда Миронівська і Калинова / Легенда Миронівська.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Результати використання інтрогресивних генотипів при створенні донорів стійкості до борошнистої роси, видів іржі та інших ознак у пшениці м'якої / Моцний І.І. та ін. Селекція і насінництво. 2020. Випуск 117. С. 119–138. DOI: 10.30835/2413-7510.2020.207004
2. Бакуменко О.М., Осьмачко О.М., Власенко В.А. Комбінаційна здатність сортів пшениці озимої Крижинка та Смуглянка: монографія. Суми: Мрія. 2019. 194 с.
3. Changes in allele frequencies at storage proteins of winter common wheat under climate change / Kozub N.O. et al. Cytology and Genetics. 2020. 54(4). P. 305–317. DOI: 10.3103/S0095452720040076
4. Creation of bread spring wheat breeding material with wheat-rye translocations / Хоменко С.О. та ін. Plant varieties studying and protection. 15, 1 (Apr. 2019), 2019. P. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162477>.

5. Mapping a region within the 1RS.1BL translocation in common wheat affecting grain yield and canopy water status / Howell T. et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2014. 127(12). P. 695–2709. DOI: 10.1007/s00122-014-2408-6

6. Investigating physiological and morphological mechanisms of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) lines with 1RS translocation / Karki D. et al. *Am J Plant Sci*. 2014. 5(13). P. 1936–1944. DOI: 10.4236/ajps.2014.513207

7. Polymorphism in the short arm of 1R RYE chromosomes in wheat lines with 1RS.1BL translocation and 1R(1B) substitution from different sources / Toporash M.K. et al. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2018. 16(2). P. 212–216. DOI: 10.7124/visnyk.utgis.16.2.1059

8. Studying recombination between the 1RS arms from the rye Petkus and Insave involved in the 1BL.1RS and 1AL.1RS translocations using storage protein loci as genetic markers / Kozub N. et al. *Cytology and Genetics*. 2018. 52(6). P. 440–447. DOI: 10.3103/S0095452718060063

9. Influence of climatic factors on *Triticum aestivum* L. grains formation in F₁ crossing varieties with 1AL.1RS and 1BL.1RS translocations / Kyrylenko V.V. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11 (2). P. 99–105. DOI: 10.15421/2021_85

10. Chetverik O.A., Zvyagin A.F., Kozachenko M.R. Combining ability of soft winter wheat varieties by plant traits in F₁ hybrids in topcross system. *Селекція і насінництво*. 2014. 105. P. 85–94. DOI: 10.30835/2413-7510.2014.42058

11. Bakumenko O.M., Vlasenko V.A. Effects of wheat-rye translocations on the combining ability of winter bread wheat cultivars. *Селекція і насінництво*. 2018. 113. С. 7–18. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134353

12. Khotyleva L.V., Kilchevsky A.V., Shapturenko M.N. Theoretical aspects of heterosis. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016. 20(4). P. 482–492. DOI: 10.18699/VJ16.174

13. Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight / Lozinskiy M. et al. *Agronomy Research*. 2021. 19(2). P. 540–551. DOI: 10.15159/AR.21.071

14. Fedin M.A., Silis D.Ya., Smiryayev A.V. *Statistical methods of genetic analysis*. Moscow: Kolos. 1980, 207 p.

15. Tavares L., Carvalho C., Bassoi M. Adaptability and stability as selection criterion for wheat cultivars in Paraná State. *Ciências Agrárias, Londrina*. 2015. 36(5). P. 2933–2942. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n5p2933

16. The analysis of gene effect in the inheritance of kernel number per spike in barley hybrid / Madic M.A. et al. *Genetika*. 2005. 37(3). P. 261–269. DOI: 10.2298/GENSR0503261M

17. Combining ability analysis for some polygenic traits in a 5x5 diallel cross of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) / Chowdhry M.A. et al. *Asian J. Plant Sci*. 2005. 4(4). P. 405–408.

18. Krotova L.A., Kuzmyna S.P. Combining ability of mutants and lines of spring wheat for the main elements of productivity. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2010. 3 (65). P. 36–41.

19. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. 35. P. 303–321.

20. Beil G.M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. 39(3).

21. Matzinger D.F., Mannand T.J., Cockerham C.C. Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. 1962. 2. P. 238–286.

22. Fonseca S., Patterson F.L. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*. 1968. 8(1). P. 85–88

23. Mazer K., Dzhyhns D. *Biometric genetics*. Москва, Мир, 1985. 463 p.

24. Singh H., Sharma S.N., Sain R.S. Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. *Hereditas*. 2004. 141. P. 106–114.

25. Voskresenskaia H.S., Shpota V.I. Transgression of Brassica traits and a method for quantifying this phenomenon. 1967. 7. P. 18–20.

26. *Методики випробування і застосування пестицидів / Трибель С.О. та ін.; за ред. С.О. Трибеля*. К.: Світ, 2001. 448 с.

REFERENCES

1. Motsnyi, I.I., Nargan, T.P., Nakonechnyi, M.Yu., Lyfenko, S.P. (2020). Introgressive genotypes for creating bread wheat donors of resistance to powdery mildew, rusts and of other traits. *Seleksiia i nasinnystvo [Breeding and seed production]*, no. 117, pp. 119–138. DOI: 10.30835/2413-7510.2020.207004

2. Bakumenko, O.M., Osmachko, O.M., Vlasenko, V.A. (2019). *Kombinacijna zdattnist' sortiv pshenyци ozymoї Kryzhynka ta Smugljanka [Combinative ability of winter wheat cultivars Kryzhynka and Smuhlianka]*. Sumy, Dream, 194 p.

3. Kozub, N.O., Sozinov, I.O., Chaika, V.M., Sozinova, O.I., Janse, L.A., Blume, Ya.B. (2020). Changes in allele frequencies at storage proteins of winter common wheat under climate change. *Cytology and Genetics*. 54(4), pp. 305–317. DOI: 10.3103/S0095452720040076

4. Khomenko, S.O., Vlasenko, V.A., Chugunkova, T.V., Fedorenko, I.V., Berezovskyi, D.Yu., Daniuk, O.A. (2019). Creation of bread spring wheat breeding material with wheat-rye translocations. *Plant Varieties Studying and Protection*. no. 15(1), pp. 18–23. DOI: 10.21498/2518-1017.15.1.2019.162477

5. Howell, T., Hale I., Jankuloski, L., Bonafede, M., Gilbert, M., Dubcovsky, J. (2014). Mapping a region within the 1RS.1BL translocation in common wheat affecting grain yield and canopy water status. *Theoretical and Applied Genetics*. no. 127(12), pp. 695–2709. DOI: 10.1007/s00122-014-2408-6

6. Karki, D., Wyant III, W., Berzonsky, W.A., Glover, K.D. (2014). Investigating physiological and morphological mechanisms of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) lines with 1RS translocation. *Am J Plant Sci.* no. 5(13), pp. 1936–1944. DOI: 10.4236/ajps.2014.513207
7. Toporash, M.K., Motsnyy, I.I., Börner, A., Sourdille, P., Chebotar, S.V. (2018). Polymorphism in the short arm of 1R RYE chromosomes in wheat lines with 1RS.1BL translocation and 1R(1B) substitution from different sources. *Visnyk Ukrainkoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv* [Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders], no. 16(2), pp. 212–216. DOI: 10.7124/visnyk.utgis.16.2.1059
8. Kozub, N., Sozinov, I., Karelov, A., Bidnyk, H., Demianova, N., Sozinova, O., Blume, Ya., Sozinov, A. (2018). Studying recombination between the 1RS arms from the rye Petkus and Insave involved in the 1BL.1RS and 1AL.1RS translocations using storage protein loci as genetic markers. *Cytology and Genetics.* no. 52(6), pp. 440–447. DOI: 10.3103/S0095452718060063
9. Kyrylenko, V.V., Kochmarskyi, V.S., Humeniuk, O.V., Volohdina, H.B., Pykalo, S.V., Dubovyk, N.S., Sabadyn, V.Ya., Lobachov, V.O. (2021). Influence of climatic factors on *Triticum aestivum* L. grains formation in F_1 crossing varieties with 1AL.1RS and 1BL.1RS translocations. *Ukrainian Journal of Ecology.* no.11 (2), pp. 99–105. DOI: 10.15421/2021_85
10. Chetverik, O.A., Zvyagin, A.F., Kozachenko, M.R. (2014). Combining ability of soft winter wheat varieties by plant traits in F_1 hybrids in topcross system. *Seleksia i nasinnitstvo* [Breeding and seed production], no. 105, pp. 85–94. DOI: 10.30835/2413-7510.2014.42058
11. Bakumenko, O.M., Vlasenko, V.A. (2018). Effects of wheat-rye translocations on the combining ability of winter bread wheat cultivars. *Seleksia i nasinnitstvo* [Breeding and seed production], no. 113, pp. 7–18. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134353
12. Khotyleva, L.V., Kilchevsky, A.V., Shapturenko, M.N. (2016). Theoretical aspects of heterosis. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii* [Vavilov Journal of Genetics and Breeding], no. 20(4), pp. 482–492. DOI: 10.18699/VJ16.174
13. Lozinskiy, M., Burdenyuk-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.* no. 19(2), pp. 540–551. DOI: 10.15159/AR.21.071
14. Fedin, M.A., Silis, D.Ya., Smiryaev, A.V. (1980). *Statistical methods of genetic analysis.* Moscow, Kolos, 207 p.
15. Tavares, L., Carvalho, C., Bassoi, M. (2015). Adaptability and stability as selection criterion for wheat cultivars in Paraná State. *Ciências Agrárias, Londrina.* no. 36(5), pp. 2933–2942. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n5p2933
16. Madic, M.A., Paunovic, A., Durovic, D., Kraljevic-Balalic, M., Kneževc, D. (2005). The analysis of gene effect in the inheritance of kernel number per spike in barley hybrid. *Genetika.* no. 37(3), pp. 261–269. DOI: 10.2298/GENSR0503261M
17. Chowdhry, M.A., Saeed, M.S., Khaliq, I., Ahsan, M. (2005). Combining ability analysis for some polygenic traits in a 5x5 diallel cross of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Asian J. Plant Sci.* no. 4(4), pp. 405–408.
18. Krotova, L.A., Kuzmyna, S.P. (2010). Combining ability of mutants and lines of spring wheat for the main elements of productivity. *Vestnyk Altaiskoho hosudarstvennoho ahrarnoho unyversyteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], no. 3 (65), pp. 36–41.
19. Griffing, B. (1950) Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics.* no. 35, pp. 303–321.
20. Beil, G.M., Atkins, R.E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal.* no. 39(3).
21. Matzinger, D.F., Mannand, T.J., Cockerham, C.C. (1962). Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science.* no. 2, pp. 238–286.
22. Fonseca, S., Patterson, F.L. (1968). Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science.* no. 8(1), pp. 85–88.
23. Mazer, K., Dzhynks, D. (1985). *Biometric genetics.* Moscow, World, 463 p.
24. Singh, H., Sharma, S.N., Sain, R.S. (2004). Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. *Hereditas.* no. 141, pp. 106–114.
25. Voskresenskaia, H.S., Shpota, V.I. (1967). Transgression of Brassica traits and a method for quantifying this phenomenon. no. 7, pp. 18–20.
26. Trybel, S.O., Siharova, D.D., Sekun, M.P., Ivanenko, O.O. (2001). *Test methods and application of pesticides.* Kyiv, 448 p.

Breeding and genetic features of the manifestation of the number of grains per main ear manifestation in hybrids with 1BL.1RS and 1AL.1RS wheat-rye translocations in the Forest Steppe of Ukraine
Dubovyk N., Sabadyn V., Kyrylenko V., Humeniuk O., Lobachov V.

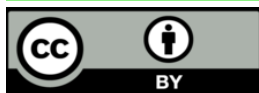
The study examines the level of manifestation of the heterosis effect in hybrid populations, which increases the efficiency of the selection process of winter wheat based on the number of grains in the main ear.

30 hybrid combinations were created using a complete diallel crossings scheme for six varieties of soft winter wheat with wheat-rye translocations (WRT): 1AL.1RS – Eksprompt, Zolotokolosa, Kolumbiia and 1BL.1RS – Kalynova, Svitanok Myronivskiy, Lehenda Myronivska. The Svitanok Myronivskiy variety used in crossbreeding gave the hybrids inheriting the studied trait mainly by additive effect, while with the use of Eksprompt, Zolotokolosa, Lehenda Myronivska, Kalynova, Kolumbiia varieties the hybrids inherited the trait by non-additive effect. The best in terms of the number of cases with high effects of total combining ability (TCA) on the number of grains per main ear were the

WRT-carriers varieties: 1BL.1RS – Lehenda Myronivska, 1AL.1RS – Zolotokolosa and Kolumbiia. Regardless of the weather conditions of the year, a heterosis effect was found in the 1BL.1RS / 1BL.1RS crossing group and transgressive forms were selected in the following generations. The highest value of the trait was found in the following populations: F2 – Zolotokolosa / Kolumbiia, Svitanok Myronivskyi / Ekspromt (32.1 %

each), Kalynova / Zolotokolosa (31.7 %); F3 – Kolumbiia / Zolotokolosa (41.5 %), Kolumbiia / Ekspromt (36.5 %) and others. In most of them, the translocation 1AL.1RS carrier varieties were the parent components.

Key words: soft winter wheat, wheat-rye translocations, number of grains per main ear, general combining ability, specific combining ability, heterosis, transgressions.



Copyright: Дубовик Н.С. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Дубовик Н.С.

<https://orcid.org/0000-0002-1473-9565>

Сабадин В.Я.

<https://orcid.org/0000-0002-8397-8973>

Кириленко В.В.

<https://orcid.org/0000-0002-8096-4488>

Гуменюк О.В.

<https://orcid.org/0000-0002-1147-088X>

Лобачов В.О.

<https://orcid.org/0000-0003-4605-6248>