

Успадкування елементів продуктивності та їх трансгресивна мінливість у гібридів пшениці м'якої озимої, створених схрещуванням сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій

Дубовик Н. С.

Гуменюк О. В., кандидат сільськогосподарських наук

Кириленко В. В., доктор сільськогосподарських наук

Вологдіна Г. Б., кандидат сільськогосподарських наук

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН

Україна, 08853, с. Центральне, Миронівський район Київської області

e-mail: verakurulenko@ukr.net

Мета. Проаналізувати за елементами продуктивності F_1 – F_3 пшениці м'якої озимої, створені схрещуванням сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій, для подальшого добору високопродуктивних потомств. **Методи.** Впродовж 2016–2018 рр. вивчали 30 міжсортних гібридів за характером успадкування (ступінь домінування та трансгресії) в F_1 – F_3 ознак «довжина головного колоса» (ДГК), «кількість зерен у головному колосі» (КЗК) та «маса зерна з головного колоса» (МЗК). **Результати.** У 2016 та 2017 рр. в F_1 ДГК успадковувалась за типом наддомінування у 26,7 % і 36,7 % комбінацій, КЗК – у 13,3 і 46,7 %, МЗК – у 16,7 % і 40,0 % комбінацій. Найбільш селекційно цінні гібриди за поєднанням ДГК та МЗК виявлено у комбінації Колумбія / Експромт (1AL.1RS/1AL.1RS), за КЗК і МЗК – Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (1BL.1RS/1BL.1RS). В F_2 та F_3 позитивну трансгресію за ДГК виявлено у 53,3 % і 36,7 % гібридів. У F_2 максимальний ступінь трансгресії мали комбінації Золотоколоса / Світанок Миронівський (72,7 %) та Калинова / Експромт (18,2 %); у F_3 – Калинова / Золотоколоса пряма (14,3 %) та обернена (11,1 %) гібридна комбінація, в яких присутні обидва інтрогресовані компоненти. Позитивну трансгресію за КЗК в популяціях F_2 виявлено у 93,3 % гібридів, F_3 – 80 %. Найвищий ступінь її в F_2 виявили Золотоколоса / Колумбія, Світанок Миронівський / Експромт (32,1 %), Калинова / Золотоколоса (31,7 %), F_3 – Колумбія / Золотоколоса (41,5 %), Золотоколоса / Експромт (35,9 %), батьківськими формами яких є сорти-носії 1AL.1RS транслокації. Позитивну трансгресію за МЗК у F_2 виявили в 60,0 % популяцій, у F_3 – у 73,3 %. Позитивний ступінь трансгресії за елементами продуктивності колоса в F_2 і F_3 мали 20,0 % популяцій різних груп схрещувань. У родоводі більшості з них присутній сорт універсального типу Світанок Миронівський, що підтверджує його високу селекційну цінність. **Висновки.** У комбінаціях Золотоколоса / Експромт, Колумбія / Експромт виявлено гетерозис за ДГК. Максимальний показник наддомінування КЗК мала комбінація F_1 Калинова / Легенда Миронівська. У F_1 Колумбія / Експромт та Світанок Миронівський / Легенда Миронівська виявлено наддомінування за МЗК. Найбільш цінною за поєднанням ДГК та МЗК була комбінація Колумбія / Експромт (1AL.1RS/1AL.1RS). Упродовж двох років високий ефект гетерозису за КЗК і МЗК виявлено в комбінації Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (1BL.1RS/1BL.1RS). Максимальним (95,8 %) прояв трансгресій за цими ознаками у популяціях F_2 і F_3 був у групі схрещувань 1AL.1RS/1AL.1RS. Позитивний ступінь трансгресії за елементами продуктивності колоса у F_2 і F_3 мали 20,0 % гібридних популяцій.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорт, гібрид, пшенично-житня транслокація, елементи продуктивності колоса, успадкування, трансгресія

Вступ. Останнім часом попит на продовольчу пшеницю у світі зростає. Одним найефективнішим методом підвищення врожайності, стійкості до біо- та абіотичних факторів середовища та енергоекономічності сільськогосподарських культур, у тому числі й пшениці м'якої озимої, є генетично-селекційне поліпшення сортів. Джерелом цінних генів і алелів можуть бути споріднені культурні і дикорослі види та роди рослин [1]. Включення їх у селекційний процес задля створення нових сортотипів дасть можливість поєднати в одному генотипі комплекс цінних господарських ознак, підвищити економічну ефективність вирощування цієї культури та забезпечити високоякісним зерном харчову промисловість. Такими є сорти-носії інтрогресивних компонентів пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ).

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Транслокації 1RS.1BL і 1RS.1AL вже понад 30 років активно використовують у селекції пшениці м'якої озимої завдяки їх позитивному впливу на врожай зерна, імовірно, внаслідок гетерозисного ефекту житнього хроматину [1–3]. Нині у світі відомо кілька сотень сортів із цими транслокаціями [4]. Однак наявність транслокації 1RS.1BL у генотипах пшениці пов'язана з істотним негативним впливом на якість борошна, що ускладнює її використання у програмах селекції сортів пшениці з високими хлібопекарськими властивостями [5, 6]. Подібна транслокація 1RS.1AL також поширена серед комерційних сортів пшениці та, як і 1RS.1BL, теж позитивно впливає на врожай зерна і водночас суттєво, хоча й дещо менше, ніж 1RS.1BL, негативно впливає на якість борошна [7–11].

Важливим аспектом у селекції на високу врожайність є визначення внеску елементів продуктивності колоса у формування врожаю культури, що допомагає селекціонеру дібрати вихідні компоненти для схрещування. Тому питання щодо успадкування елементів продуктивності та їх трансгресивної мінливості у гібридів F_2 – F_3 пшениці м'якої озимої, створених за участі носіїв інтрогресивних компонентів, є актуальним, оскільки його вирішення дає можливість підвищити ступінь прогнозованості селекційної цінності гібридної комбінації і створення на її основі перспективних генотипів.

Мета досліджень – проаналізувати за елементами продуктивності F_1 – F_3 пшениці м'якої озимої, створені схрещуванням сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ), для подальшого добору високопродуктивних потомств.

Матеріал і методика. Дослідження проводили впродовж 2016–2018 рр. на полях селекційної сівозміни лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП).

Вивчали 30 міжсортівих гібридів першого, другого та третього покоління, отриманих в результаті схрещування сортів-носіїв ПЖТ селекції МІП та ІФПГ: Експромт (1AL.1RS), Золотоколоса (1AL.1RS), Колумбія (1AL.1RS), Калинова (1BL.1RS), Легенда Миронівська (1BL.1RS), Світанок Миронівський (1BL.1RS). Насіння F_1 – F_3 висівали вручну за такою схемою: материнська форма, гібрид, батьківська форма, відстань у рядку між рослинами 10 см, між рядками – 30 см. Упродовж вегетації проводили фенологічні спостереження, при настанні повної стиглості – структурний аналіз F_1 , F_3 (20–25 рослин) та F_2 (200 колосів). Статистичну обробку даних здійснювали за методикою Б. О. Доспехова [12] з допомогою програми Microsoft Excel 2010.

Ступінь фенотипового домінування елементів структури врожаю колоса у гібридів визначали за формулою В. Griffing [13]:

$$hp = (F_1 - MP) / (BP - MP),$$

де hp – ступінь домінування; F_1 – середнє арифметичне значення показника у гібрида; MP – середнє арифметичне значення показника обох батьківських форм; BP – середнє арифметичне значення батьківського компонента з сильнішим розвитком ознаки.

Діапазон показника домінантності (hp) охоплює будь-які значення від $-\infty$ до $+\infty$.

Дані групували за класифікацією G. M. Beil, R. E. Atkins [14]:

Гетерозис (наддомінування) (НД)

$$hp > + 1;$$

Часткове позитивне домінування (ЧПД)

$$+ 0,5 < hp \leq + 1;$$

Проміжне успадкування (ПУ)

$$- 0,5 \leq hp \leq + 0,5;$$

Часткове від'ємне успадкування (ЧВУ)

- $1 \leq h_p < -0,5$;

Депресія (Д)

$h_p < -1$.

Ступінь трансгресії в F_2 , F_3 розраховували згідно з методикою [15].

Створені гібридні комбінації першого покоління розподілили на чотири групи схрещувань, залежно від наявності ПЖТ: 1AL.1RS/1AL.1RS – 20 % від загальної кількості; 1BL.1RS/1BL.1RS – 20 %; 1AL.1RS/1BL.1RS – 30 % та 1BL.1RS/1AL.1RS – 30 %.

Гідротермічний режим у роки досліджень добре відобразив кліматичну нестабільність зони правобережного Лісостепу України (табл. 1).

Таблиця 1. Погодні умови впродовж вегетаційного періоду пшениці озимої (2016–2018 рр.)

Рік	Місяць												Показники		
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	мм	%	
Кількість опадів, мм														мм	%
2015/16	27	44	27	46	18	72	52	36	36	92	69	19	538	88	
2016/17	37	2	74	44	31	31	33	13	43	24	20	101	453	74	
2017/18	19	13	75	52	115	72	37	6	22	33	96	79	619	101	
СБП*	62	58	39	42	41	34	30	35	42	55	91	84	613	-	
Температура повітря, °C														°C	±
2015/16	21,6	18,2	6,9	4,6	2,1	-5,9	2,4	4,1	4,1	15,2	20,1	22,2	9,6	1,3	
2016/17	20,9	15,7	6,6	1,3	-1,8	-5,3	-2,7	6,1	10,4	15,4	20,6	21,0	9,0	0,7	
2017/18	22,4	17,0	8,5	3,4	2,1	-3,0	-3,7	-7,2	13,2	18,4	20,2	15,5	8,9	0,6	
СБП	19,7	14,4	8,4	1,9	-2,3	-4,0	-3,4	1,5	9,2	15,5	18,5	20,5	8,3	-	

Примітка. * СБП – середні багаторічні показники за 1980–2015 рр.

За період досліджень зафіксовано відхилення від середньої багаторічної температури в бік потепління (+0,6...1,3 °C), зокрема максимальне – у 2015/16 вегетаційному році. Аномально теплими були вересень і червень в усі роки досліджень, листопад-грудень – у 2015 і 2017 рр., лютий-березень – у 2016 р., середні температури повітря яких перевищували середньомісячні багаторічні на 1,3–5,8 °C.

За 2015/16 – 2017/18 рр. річна кількість опадів була у межах норми (88,0–101,0 %) і характеризувалась нерівномірним розподілом за місяцями. У 2016/17 р. цей показник виявився низьким, недобір опадів сягав 26,0 % (найбільш посушливими були вересень, березень, травень і червень). Посушливі умови в серпні-вересні спостерігали також у 2017 агрометеорологічному році, коли дефіцит опадів за місяцями відносно багаторічних становив 88 мм. Нестача вологи спостерігалася на фоні високих температур.

Обговорення результатів. За результатами аналізу експериментального матеріалу в 2016–2017 рр. виявлено суттєве варіювання між гібридами першого покоління за елементами продуктивності головного колоса. Наявність різних ПЖТ в одних комбінаціях схрещування забезпечує наддомінування (гетерозис), а в інших – депресію (табл. 2).

Відомо, що довжина колоса пшениці м'якої має чіткий фенотиповий прояв, тому є зручною і важливою ознакою в селекції на продуктивність [16, 17]. Аналіз гібридів F_1 показав, що в умовах 2016, 2017 рр. відповідно у 8 (26,7 %) і 11 (36,7 %) комбінацій ознака «довжина головного колоса» успадковувалась за типом наддомінування (гетерозис).

Для гібридних комбінацій Золотоколоса / Експромт, Колумбія / Експромт, батьківські компоненти яких є носіями 1AL.1RS транслокації, відмічали гетерозис за цією ознакою в обидва роки. Для трьох комбінацій (Калинова / Легенда Миронівська, Золотоколоса / Легенда Миронівська, Світанок Миронівський / Золотоколоса) за участю батьківських форм, що є носіями двох транслокацій (1AL.1RS, 1BL.1RS), відмічено наддомінування і часткове позитивне домінування.

Таблиця 2. Ступінь фенотипового домінування ознак продуктивності головного колоса у гібридів F₁ пшениці озимої від схрещування сортів-носіїв ПЖТ

Гібридна комбінація	2016			2017		
	Довжина	Кількість зерен	Маса зерна	Довжина	Кількість зерен	Маса зерна
1AL.1RS/1AL.1RS						
Золотоколоса / Колумбія	ЧВУ ²	ЧВУ	Д	НД	НД	НД
Колумбія / Золотоколоса	Д	Д	Д	НД	Д	НД
Золотоколоса / Експромт	НД	ЧПД	ПУ	НД	ПУ	ЧПД
Експромт / Золотоколоса	Д	Д	Д	НД	НД	НД
Колумбія / Експромт	НД	ПУ	НД	НД	ПУ	НД
Експромт / Колумбія	Д	НД	ПУ	ПУ	ПУ	ПУ
1BL.1RS/1BL.1RS						
Світанок МИР ¹ / Легенда МИР	ПУ	ЧПД	НД	ПУ	ЧПД	НД
Легенда МИР / Світанок МИР	ПУ	ЧПД	НД	ПУ	ПУ	ЧВУ
Світанок МИР / Калинова	ПУ	Д	Д	ПУ	НД	НД
Калинова / Світанок МИР	ЧПД	ЧВУ	Д	ПУ	НД	ЧПД
Калинова / Легенда МИР	НД	НД	ПУ	ЧПД	НД	НД
Легенда МИР / Калинова	Д	Д	Д	Д	ПУ	Д
1AL.1RS/1BL.1RS						
Експромт / Світанок МИР	ПУ	ЧВУ	ЧВУ	НД	НД	НД
Експромт / Легенда МИР	НД	Д	Д	ПУ	ПУ	ПУ
Експромт / Калинова	Д	ЧВУ	Д	ПУ	НД	ПУ
Золотоколоса / Легенда МИР	НД	НД	НД	ЧПД	Д	ПУ
Золотоколоса / Калинова	Д	Д	Д	ПУ	ПУ	Д
Золотоколоса / Світанок МИР	ПУ	ЧВУ	Д	НД	НД	ПУ
Колумбія / Світанок МИР	ПУ	ПУ	ПУ	НД	НД	НД
Колумбія / Легенда МИР	Д	Д	Д	ЧПД	Д	Д
Колумбія / Калинова	Д	ПУ	Д	ПУ	Д	Д
1BL.1RS/1AL.1RS						
Калинова / Експромт	Д	Д	Д	ПУ	НД	НД
Калинова / Колумбія	ПУ	НД	НД	ПУ	ПУ	Д
Калинова / Золотоколоса	НД	ПУ	ПУ	ПУ	НД	Д
Світанок МИР / Колумбія	Д	ПУ	ПУ	НД	ЧПД	НД
Світанок МИР/ Золотоколоса	ЧПД	ПУ	ЧВУ	НД	НД	ЧПД
Світанок МИР/ Експромт	ЧПД	Д	ЧВУ	НД	НД	НД
Легенда МИР / Золотоколоса	НД	ПУ	ЧПД	ПУ	НД	Д
Легенда МИР / Експромт	НД	ПУ	Д	ПУ	ПУ	Д
Легенда МИР / Колумбія	Д	ПУ	Д	ЧВУ	Д	Д

Примітки: тут і далі – 1. МИР – Миронівська, Миронівський

В умовах 2016, 2017 рр. кількість зерен у головному колосі успадковувалась за типом наддомінування у 13,3 і 46,7 % комбінацій відповідно. Упродовж двох років максимальний ефект гетерозису за цією ознакою відмічали в гібридній комбінації Калинова / Легенда Миронівська, батьківськими формами якої є сорти-носії 1BL.1RS транслокації, а часткове позитивне домінування – у комбінації Легенда Миронівська / Світанок Миронівський.

За характером успадкування ознаки «маса зерна з головного колоса» було відмічено наддомінування у 16,7 % (2016 р.) і 40,0 % (2017 р.) комбінацій. У 2016, 2017 рр. ефект гетерозису виявився у гібридів, створених за участі ПЖТ 1AL.1RS/1AL.1RS (Колумбія / Експромт) та 1BL.1RS/1BL.1RS (Світанок Миронівський / Легенда Миронівська). Вірогідно, що наявність у схрещуваннях сортів-носіїв однакових ПЖТ забезпечило високий рівень прояву аналізованої ознаки у гібридів.

Поєднання двох батьківських форм з інтрогресованими компонентами по-різному впливало на формування елементів продуктивності і типи їх успадкування. Найбільш селекційно цінними (гетерозис) за поєднанням довжини головного колоса та маси зерен з нього була гібридна комбінація Колумбія / Експромт (1AL.1RS/1AL.1RS), кількості і маси зерен з головного колоса – Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (1BL.1RS/1BL.1RS). Характер успадкування продуктивності колоса у F₁ залежав не тільки від гібридної комбінації, але й від умов року: вища частота прояву наддомінування за групою ознак була у 2017 р.

Поєднання двох транслокацій у пшеничному генотипі може виступати як допоміжний генетичний фон, який підсилює адаптивні властивості генотипу до стресових умов довкілля та забезпечує високий і сталий рівень зернової продуктивності. Високий рівень наддомінування в F₁ (більшою мірою), часткове позитивне домінування і проміжне успадкування (меншою мірою), як правило, забезпечують у наступних поколіннях гібридів позитивний і результативний добір форм з порівняно більшим вираженням аналізованих ознак, а також трансгресій [18].

Ефективність селекційного процесу може суттєво підвищитись за добору в гібридних популяціях особин із трансгресіями цінних ознак та подальшої їх генетичної стабілізації. Відомо, що продуктивність колоса – це результат інтегральної взаємодії генів, які контролюють кількість та масу зерен у колосі. Ці елементи продуктивності у відповідних межах можуть успадковуватись незалежно один від одного [16, 18, 19].

З метою виявлення трансгресивних форм і визначення можливості добору серед них було проаналізовано мінливість ознак елементів продуктивності. У 2018 р. проаналізовано рослини другого і третього покоління, в яких проявився різний ступінь трансгресії (табл. 3).

У популяціях F₂ частота позитивних трансгресій переважала і залежала від ступеня гетерозису чи депресії ознаки. За результатами аналізу рослин F₂, F₃ у 2018 р. ступінь позитивної трансгресії за ознакою «довжина головного колоса» відмічено у 53,3 % і 36,7 % гібридів.

У F₂ максимальний ступінь трансгресії мали комбінації Золотоколоса / Світанок Миронівський (72,7 %) та Калинова / Експромт (18,2 %) у групах схрещування 1AL.1RS/1BL.1RS і 1BL.1RS/1AL.1RS; в F₃ – пряма (Калинова / Золотоколоса (14,3 %) та зворотна (11,1 %) гібридна комбінація за участі сортів Золотоколоса і Калинова, у яких присутні обидва інтрогресовані компоненти.

Ступінь позитивної трансгресії за ознакою «кількість зерен у головному колосі» у популяціях F₂ виявлено в 93,3 % гібридів, F₃ – 80 %. Найвищий ступінь її виявили у гібридних популяціях F₂ Золотоколоса / Колумбія, Світанок Миронівський / Експромт (32,1 %), Калинова / Золотоколоса (31,7 %), F₃ – Колумбія / Золотоколоса (41,5 %), Золотоколоса / Експромт (35,9 %), батьківськими формами яких є сорти-носії 1AL.1RS транслокації.

Позитивну трансгресію за ознакою «маса зерна з головного колоса» у гібридів другого покоління визначили в 60,0 % досліджуваних популяцій, а третього – 73,3 %. Високим ступенем трансгресії характеризувались гібридні популяції Колумбія / Золотоколоса (у F₂ – 31,1 %, F₃ – 39,3 %), Світанок Миронівський / Золотоколоса (26,9 % і 31,3 % відповідно).

Таблиця 3. Ступінь трансгресії елементів продуктивності головного колосу в гібридів F₂, F₃ пшениці озимої від схрещування сортів-носіїв ПЖТ (2018 р.), %

Гібридна комбінація	F ₂			F ₃		
	Довжина	Кількість зерен	Маса зерна	Довжина	Кількість зерен	Маса зерна
1AL.1RS/1AL.1RS						
Золотоколоса / Колумбія	0,0	32,1	33,9	0,0	24,5	21,4
Колумбія / Золотоколоса	-22,0	28,3	31,1	4,0	41,5	39,3
Золотоколоса / Експромт	-0,9	18,9	16,7	0,9	35,9	13,6
Експромт / Золотоколоса	-4,6	28,3	12,4	-0,9	30,2	17,9
Колумбія / Експромт	0,0	25,0	-1,8	-0,9	36,6	18,2
Експромт / Колумбія	0,9	28,9	7,9	-2,7	25,0	6,1
1BL.1RS/1BL.1RS						
Світанок МИР / Легенда МИР	-4,2	3,17	-5,0	-5,8	-7,9	-2,5
Легенда МИР / Світанок МИР	0,0	3,17	-4,0	-8,3	-11,1	-7,5
Світанок МИР / Калинова	13,6	21,7	0,0	6,4	28,3	18,0
Калинова / Світанок МИР	-6,7	7,9	-2,8	5,5	3,3	22,9
Калинова / Легенда МИР	4,2	11,1	-3,8	-4,2	-4,8	-15,0
Легенда МИР / Калинова	2,5	11,1	-3,8	0,0	-14,3	-10,0
1AL.1RS/1BL.1RS						
Експромт / Світанок МИР	4,6	19,6	1,8	7,3	19,7	17,0
Експромт / Легенда МИР	-2,5	20,6	-8,8	-0,8	27,0	5,0
Експромт / Калинова	10,0	10,0	-0,9	2,7	0,0	14,6
Золотоколоса / Легенда МИР	-16,7	-4,8	-18,8	-3,3	1,6	8,0
Золотоколоса / Калинова	-2,8	28,3	6,6	11,1	30,0	14,3
Золотоколоса / Світанок МИР	72,7	16,1	7,8	5,5	33,9	25,0
Колумбія / Світанок МИР	-4,6	14,3	5,3	0,0	25,0	25,0
Колумбія / Легенда МИР	8,3	7,9	-12,8	-16,7	-9,5	-17,5
Колумбія / Калинова	4,6	15,0	4,9	-7,4	6,7	-2,9
1BL.1RS/1AL.1RS						
Калинова / Експромт	18,2	11,7	4,3	9,1	-3,3	-8,6
Калинова / Колумбія	4,6	11,7	0,9	-3,7	20,0	8,6
Калинова / Золотоколоса	-0,9	31,7	9,7	14,8	35,0	22,9
Світанок МИР / Колумбія	10,0	12,5	16,9	-9,1	14,3	18,8
Світанок МИР / Золотоколоса	4,6	23,2	26,9	1,8	30,4	31,3
Світанок МИР / Експромт	1,8	32,1	17,0	9,1	14,3	4,9
Легенда МИР / Золотоколоса	-18,3	11,1	4,5	-3,4	7,9	-5,0
Легенда МИР / Експромт	2,5	-4,8	-8,8	-3,2	7,9	15,0
Легенда МИР / Колумбія	8,3	14,3	-9,5	-3,3	3,2	2,5

Встановлено, що позитивний ступінь трансгресії за елементами продуктивності колоса у F₂ і F₃ мали 20,0 % популяцій різних груп схрещувань. У групі схрещувань за участі сортів-носіїв інтрогресивних компонентів жита 1AL.1RS/1AL.1RS у F₂ і F₃ досліджуваних гібридних комбінацій виявлено найвищий (95,8 %) прояв трансгресій за кількістю та масою зерна з головного колоса. При цьому слід зазначити, що у 2018 р. в популяціях F₂ і F₃ гібридних комбінацій Золотоколоса / Колумбія, Світанок Миронівський / Калинова, Експромт / Світанок Миронівський, Золотоколоса / Світанок Миронівський, Світанок Миронівський / Золотоколоса та Світанок Миронівський / Експромт виділили позитивні

трансгресивні форми за елементами зернової продуктивності. У родоводі більшості з них присутній сорт універсального типу Світанок Миронівський, що підтверджує його високу селекційну цінність. (табл. 4).

Таблиця 4. Ступінь фенотипового домінування та трансгресії у гібридів F₁–F₃ пшениці озимої від схрещування сортів-носіїв ПЖТ за елементами продуктивності головного колоса, %

F ₁						F ₂			F ₃		
2016 р.			2017 р.			2018 р.					
Довжина	Кількість зерен	Маса зерен	Довжина	Кількість зерен	Маса зерен	Довжина	Кількість зерен	Маса зерен	Довжина	Кількість зерен	Маса зерен
Золотоколоса / Колумбія (1AL.1RS/1AL.1RS)											
ЧВУ	ЧВУ	Д	НД	НД	НД	0,0	32,1	33,9	0,0	24,5	21,4
Світанок Миронівський / Калинова (1BL.1RS/1BL.1RS)											
ПУ	Д	Д	ПУ	НД	НД	13,6	21,7	0,0	6,4	28,3	18,0
Експромт / Світанок Миронівський (1AL.1RS/1BL.1RS)											
ПУ	ЧВУ	ЧВУ	НД	НД	НД	4,6	19,6	1,8	7,3	19,7	17,0
Золотоколоса / Світанок Миронівський (1AL.1RS/1BL.1RS)											
ПУ	ЧВУ	Д	НД	НД	ПУ	72,7	16,1	7,8	5,5	33,9	25,0
Світанок Миронівський / Золотоколоса (1BL.1RS/1AL.1RS)											
ЧПД	ПУ	ЧВУ	НД	НД	ЧПД	4,6	23,2	26,9	1,8	30,4	31,3
Світанок Миронівський / Експромт (1BL.1RS/1AL.1RS)											
ЧПД	Д	ЧВУ	НД	НД	НД	1,8	32,1	17,0	9,1	14,3	4,9

Отже, за участі сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій створено новий цінний селекційний матеріал пшениці м'якої озимої з вищим, порівняно з батьківськими формами, проявом як окремих, так і комплексу ознак продуктивності.

Висновки. 1. Для гібридних комбінацій Золотоколоса / Експромт, Колумбія / Експромт, батьківські компоненти яких є носіями 1AL.1RS транслокації, визначено гетерозис за ознакою «довжина головного колоса» в обидва роки досліджень (2016, 2017). Виявлено максимальний (95,8 %) прояв трансгресій за цими ознаками в гібридних популяціях F₂, F₃ для групи схрещувань 1AL.1RS/1AL.1RS.

2. У 2016, 2017 рр. максимальний показник наддомінування кількості зерен у головному колосі мала гібридна комбінація Калинова / Легенда Миронівська, батьківськими формами якої є сорти-носії 1BL.1RS транслокації.

3. В обидва роки досліджень у гібридів F₁ Колумбія / Експромт (1AL.1RS/1AL.1RS) та Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (1BL.1RS/1BL.1RS) визначено наддомінування за масою зерна з головного колоса.

4. Найбільш цінними за поєднанням маси зерен у головному колосі та його довжини були гібридні комбінації Колумбія / Експромт (1AL.1RS/1AL.1RS), за кількістю і масою зерен з головного колоса – Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (1BL.1RS/1BL.1RS), в яких упродовж двох років відмічали високий ефект гетерозису.

5. Установлено максимальний (95,8 %) прояв трансгресій за кількістю та масою зерен головного колоса у гібридів F₂ і F₃ для групи схрещувань за участі сортів-носіїв інтрогресивних компонентів жита 1AL.1RS/1AL.1RS.

6. Доведено, що позитивний ступінь трансгресії за елементами продуктивності колоса в F₂ і F₃ мали 20,0 % популяцій різних груп схрещувань: Золотоколоса / Колумбія, Світанок Миронівський / Калинова, Експромт / Світанок Миронівський, Золотоколоса / Світанок

Список використаних джерел

1. Рибалка О. І., Литвиненко М. А. Використання в селекції пшениці транслокації 1RS.1BL. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 12. С. 36–40.
2. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солоня В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка : [б. в.], 2012. 330 с.
3. Hysing S.-C., Hsam S. L. K., Singh R. P., Huerta-Espino J., Boyd L. A., Koebner R. M. D., Cambron S., Johnson J. W., Bland D. E., Liljeroth E., Merker A. Agronomic Performance and Multiple Disease Resistance in T2BS.2RL Wheat-Rye Translocation Lines. *Crop Science*. 2007. Vol. 47, No. 1. P. 254–260. doi: 10.2135/cropsci2006.04.0269
4. Braun H.-J., Payne T. S., Morgunov A. I., van Ginkel M., Rajaram S. The challenge: one billion tons of wheat by 2020. Proc. 9th Int. Wheat Genet. Symp. (Saskatoon, August 2–7, 1998) / ed. by A. E. Slinkard. Saskatoon, Sask : University Extension Press, University of Saskatchewan, 1998. P. 33–40.
5. Graybosch R. A., Peterson C. J., Hansen L. E., Worrall D., Shelton D. R., Lukaszewski A. Comparative flour quality and protein characteristics of 1BL/1RS wheat-rye translocations. *Journal of Cereal Sciences*. 1993. Vol. 17, Iss. 2. P. 95–106. doi: 10.1006/jcrs.1993.1010
6. Sozinov A. A., Poperelya F. A. Genetic classification of prolamins and its use for plant breeding. *Annales de Technologie Agricole*. 1980. Vol. 29. P. 229–245.
7. Lukaszewski A. J. Frequency of the 1RS.1AL and 1RS.1BL translocations in the United States wheats. *Crop Science*. 1990. Vol. 30. P. 1151–1153.
8. Lukaszewski A. J. Manipulation of the 1RS.1BL translocation in wheat by induced homoeologous recombination. *Crop Science*. 2000. Vol. 40. P. 216–225.
9. Lukaszewski A. J. Breeding behavior of the cytogenetically engineered wheat-rye translocation chromosomes 1RS.1BL. *Crop Science*. 2001. Vol. 41. P. 1062–1065.
10. Villareal R. L., del Toro E., Rajaram S., Mujeeb-Kazi A. The effect of chromosome 1AL/1RS translocation on agronomic performance of 85 F₂-derivatives lines from three *Triticum aestivum* L. crosses. *Euphytica*. 1996. Vol. 89, Iss. 3. P. 363–369.
11. Рибалка О. І., Моргун В. В., Починок В. М. Центрична житньо-пшенична хромосомна транслокація 1RSm.1BL: генетична модифікація для використання в селекції на якість борошна. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2011. Т. 43, № 5. С. 371–377.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 352 с.
13. Griffing V. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol. 35. P. 303–321.
14. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal Science*. 1965. Vol. 39, N 3. P. 345–358.
15. Воскресенская Г. С., Шпота В. И. Трангрессия признаков *Brassica* и методика количественного учета этого явления. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1967. № 7. С. 18–20.
16. Орлюк А. П., Базалий В. В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы. Херсон, 1998. 274 с.
17. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Озима пшениця. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 216 с.
18. Власенко В. А., Бакуменко О. М. Генетична оцінка елементів продуктивності гібридів F₁, F₂ пшениці м'якої озимої, створених за участі носіїв інтрогресованих компонентів. *Миронівський вісник*. Зб. наук. праць. Миронівка, 2017. Вип. 4. С. 88–101.
19. Базалий В. В. Характер мінливості кількісних ознак озимої пшениці різних поколінь. *Таврійський науковий вісник*. 2000. Вип. 15. С. 7–10.

References

1. Rybalka, A., & Lytvynenko, N. (2007). Application of translocator 1RS.1BL in selection of wheat. *News of Agrarian Sciences*, 12, 36–40. [in Ukrainian]
2. Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., Koluichyi, V. T., Kolomiets, L. A., Khomenko, S. O., & Solona, V. Yo. (2012). Breeding Evolution of Myronivka Wheats. Myronivka: N.p. [in Ukrainian]
3. Hysing, S.-C., Hsam, S. L. K., Singh, R. P., Huerta-Espino, J., Boyd, L. A., Koebner, R. M. D., Cambron, S., Johnson, J. W., Bland, D. E., Liljeroth, E., & Merker, A. (2007). Agronomic Performance and Multiple Disease Resistance in T2BS.2RL Wheat-Rye Translocation Lines. *Crop Sci.*, 47(1), 254–260. doi: 10.2135/cropsci2006.04.0269
4. Braun, H.-J., Payne, P. I., Morgunov, A. I., van Ginkel, M., & Rajaram, S. (1998). The challenge: one billion tons of wheat by 2020. Proc. 9th Int. Wheat Genet. Symp. A.E. Slinkard (ed.), (pp. 33–40). August 2–7, 1998, Saskatoon, Canada.
5. Graybosch, R. A., Peterson, C. J., Hansen, L. E., Worrall, D., Shelton, D. R., & Lukaszewski, A. (1993). Comparative flour quality and protein characteristics of 1BL/1RS wheat-rye translocations. *J. Cereal Sci.*, 17(2), P. 95–106. doi: 10.1006/jcrs.1993.1010
6. Sozinov, A. A., & Poperelya, F. A. (1980). Genetic classification of prolamins and its use for plant breeding. *Ann. Technol. Agr.*, 29, 207–212.
7. Lukaszewski, A. J. (1990). Frequency of the 1RS.1AL and 1RS.1BL translocations in the United States wheats. *Crop Sci.*, 30, 1151–1153.
8. Lukaszewski, A. J. (2000). Manipulation of the 1RS.1BL translocation in wheat by induced homoeologous recombination. *Crop Sci.*, 40, P. 216–225.
9. Lukaszewski, A. J. (2001). Breeding behavior of the cytogenetically engineered wheat-rye translocation chromosomes 1RS.1BL. *Crop Sci.*, 41, 1062–1065.
10. Villareal, R. L., del Toro, E., Rajaram, S., & Mujeeb-Kazi, A. (1996). The effect of chromosome 1AL/1RS translocation on agronomic performance of 85 F₂-derivatives lines from three *Triticum aestivum* L. crosses. *Euphytica*, 89(3), 363–369.
11. Rybalka, O. I., Morgun, V. V., & Pochinok, V. M. (2011). Centric wheat-rye chromosome translocation 1RSm.1BL: genetic modification for use in wheat breeding for bread-making quality. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants*, 43(5), 371–377. [in Ukrainian]
12. Dospekhov, B. A. Methods of Field Experiment (with the Basics of Statistical Processing of Research Results). (5th ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
13. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303–321.
14. Beil, G. M., & Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa St. J. Sci.*, 39(3), 345–358.
15. Voskresenskaya, G. S., & Shpota, V. I. (1967). Transgression of characters in *Brassica* and methods to count this phenomenon. *Reports of the V.I. Lenin All-Union Academy of Agricultural Sciences*, 7, 18–20. [in Russian]
16. Orlyuk, A. P., & Bazaliy, V. V. (1998). Principles of Wheat Transgressive Breeding. Kherson: N.p. [in Russian]
17. Lykhochvor, V. V., & Prots, R. R. (2004). Winter Wheat. Lviv: "Ukrainian Technologies". [in Ukrainian]
18. Vlasenko, V. A., & Bakumenko, O. M. (2017). Genetic control of productivity elements in bread winter wheat F₁ and F₂ hybrids created by involving carriers of introgressive components. *Myronivka Bulletin*, 4, 88–101. [in Ukrainian]
19. Bazaliy, V. V. (2000). The nature of variability of winter wheat quantitative characteristics in different generations. *Tauria Scientific Bulletin*, 15, 7–10. [in Ukrainian]

Наследование элементов продуктивности и их трансгрессивная изменчивость у гибридов пшеницы мягкой озимой, созданных скрещиванием сортов-носителей пшенично-ржаных транслокаций

Дубовик Н. С.

Гуменюк А. В., кандидат сельскохозяйственных наук

Кириленко В. В., доктор сельскохозяйственных наук

Вологодина Г. Б., кандидат сельскохозяйственных наук

Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН

Украина, 08853, с. Центральное, Мироновский район Киевской обл.

e-mail: verakurulenko@ukr.net

Цель. Проанализировать по элементам продуктивности F_1 – F_3 пшеницы мягкой озимой, созданные скрещиванием сортов носителей пшенично-ржаных транслокаций (ПЖТ), для дальнейшего отбора высокопродуктивных потомств. **Методы.** В течение 2016–2018 гг. изучали 30 межсортовых гибридов по характеру наследования (степень доминирования и трансгрессии) в F_1 – F_3 признаков «длина главного колоса» (ДГК), «число зерен в главном колосе» (ЧЗК) и «масса зерна с главного колоса» (МЗК). **Результаты.** В 2016 и 2017 гг. в F_1 ДГК наследовалась по типу сверхдоминирования у 26,7% и 36,7% комбинаций, ЧЗК – у 13,3 и 46,7 %, МЗК – у 16,7 % и 40,0 % комбинаций. Наиболее селекционно ценные гибриды, сочетающие ДГК и МЗК, обнаружены в комбинации Колумбия / Экспромт (1AL.1RS/1AL.1RS), ЧЗК и МЗК – Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (1BL.1RS/1BL.1RS). В F_2 и F_3 положительная трансгрессия по ДГК обнаружена у 53,3 % и 36,7 % гибридов. В F_2 максимальную степень трансгрессии имели комбинации Золотоколоса / Світанок Миронівський (72,7 %) и Калинова / Экспромт (18,2 %); в F_3 – Калинова / Золотоколоса прямая (14,3%) и обратная (11,1%) гибридная комбинация, в которых присутствуют оба интрогрессивных компонента. Положительная трансгрессия по ЧЗК в F_2 обнаружена у 93,3% популяций, в F_3 – у 80 %. Наивысшую степень ее в F_2 имели Золотоколоса / Колумбия, Світанок Миронівський / Экспромт (32,1 %), Калинова / Золотоколоса (31,7 %), в F_3 – Колумбия / Золотоколоса (41,5 %), Золотоколоса / Экспромт (35,9 %), у которых родительскими формами являются сорта-носители 1AL.1RS транслокации. Положительную трансгрессию по МЗК в F_2 проявили 60,0 % популяций, в F_3 – 73,3 %. Положительную степень трансгрессии по элементам продуктивности колоса в F_2 и F_3 имели 20,0 % популяций различных групп скрещиваний. В родословной большинства из них присутствует сорт универсального типа Світанок Миронівський, что подтверждает его высокую селекционную ценность. **Выводы.** В комбинациях Золотоколоса / Экспромт, Колумбия / Экспромт обнаружен гетерозис по ДГК. Максимальный показатель сверхдоминирования ЧЗК был в комбинации F_1 Калинова / Легенда Миронівська. У гибридов F_1 Колумбия / Экспромт и Світанок Миронівський / Легенда Миронівська обнаружено сверхдоминирование по МЗК. Наиболее ценной по сочетанию ДГК и МЗК была комбинация Колумбия / Экспромт (1AL.1RS / 1AL.1RS). В течение двух лет высокий эффект гетерозиса по ЧЗК и МЗК обнаружен в комбинации Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (1BL.1RS/1BL.1RS). Максимальное (95,8 %) проявление трансгрессий по этим признакам в популяциях F_2 и F_3 было в группе скрещиваний 1AL.1RS/1AL.1RS. Положительную степень трансгрессии по элементам продуктивности колоса в F_2 и F_3 имели 20,0 % гибридных популяций.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, сорт, гибрид, пшенично-ржаная транслокация, элементы продуктивности колоса, наследование, трансгрессия

Inheritance of productivity elements and their transgressive variation in bread winter wheat hybrids derived from crossing varieties-carriers of wheat-rye translocations

Dubovyk N. S.

Humeniuk O.V., Candidate of Agricultural Sciences

Kyrylenko V. V., Doctor of Agricultural Sciences
Volohdina H. B., Candidate of Agricultural Sciences

*The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS
Tsentralne village, Myronivka district, Kyiv region, 08853, Ukraine
e-mail: verakurulenko@ukr.net*

Purpose. To analyze F_1 – F_3 hybrids of bread winter wheat created with crossing varieties being carriers of wheat-rye translocations by productivity elements for further selecting highly productive progenies. **Methods.** During 2016–2018, thirty intraspecific F_1 – F_3 hybrids were studied on inheritance pattern (dominance level and transgression) of the traits: “main spike length” (MSL), “grain number in main spike” (GNS), and “grain weight in main spike” (GWS). **Results.** In 2016 and 2017, the MSL in F_1 was inherited by the type of over-dominance in 26.7 % and 36.7 % of combinations, the GNS was in 13.3 and 46.7 %, the GWS was in 16.7 % and 40.0 % of combinations. The most selective valuable hybrids that combine MSL and GWS were found in the combination Kolumbiia / Eksprompt (1AL.1RS/1AL.1RS), GNS and GWS in Svitanok Myronivskiy / Lehenda Myronivska (1BL.1RS/1BL.1RS). In F_2 and F_3 positive transgression by MSL was observed in 53.3 % and 36.7 % of hybrids. In F_2 the most transgression level was revealed in the combinations Zolotokolosa / Svitanok Myronivskiy (72.7 %) and Kalynova / Eksprompt (18.2 %); in F_3 it was in the hybrid combination Kalynova / Zolotokolosa both direct (14.3%) and reverse (11.1%) in which both of the introgressive components were present. Positive transgression by GNS in F_2 populations was observed in 93.3% of hybrids, in F_3 it was in 80 %. The highest level in F_2 was found in Zolotokolosa / Kolumbiia, Svitanok Myronivskiy / Eksprompt (32.1 %), Kalynova / Zolotokolosa (31.7 %), in F_3 it was in Kolumbiia / Zolotokolosa (41.5 %), Zolotokolosa / Eksprompt (35.9 %) which have been derived from varieties with 1AL.1RS translocation. Positive transgression by GWS in F_2 hybrids was revealed in 60.0 % of populations, in F_3 -hybrids it was in 73.3 %. Positive level of transgression by spike productivity elements there was observed in 20.0 % of F_2 and F_3 hybrid populations of different groups of crossings. In the pedigree of most of them there was the variety of universal type Svitanok Myronivskiy that confirms its high selection value. **Conclusions.** In the combinations Zolotokolosa / Eksprompt, Kolumbiia / Eksprompt heterosis by MSL was observed. The maximum index of overdominance by GNS was in combination F_1 Kalynova / Lehenda Myronivska. In F_1 hybrids Kolumbiia / Eksprompt and Svitanok Myronivskiy / Lehenda Myronivska there was observed overdominance by GWS. The combination Kolumbiia / Eksprompt (1AL.1RS/1AL.1RS) was appeared to be the most valuable one combining MSL and GWS. For two years, the high effect of heterosis by GNS and GWS was observed in the combination Svitanok Myronivskiy / Lehenda Myronivska (1BL.1RS/1BL.1RS). The maximum (95.8 %) manifestation of transgression according to these traits in F_2 , F_3 populations was found in the group of crossings 1AL.1RS/1AL.1RS. 20.0 % of the F_2 and F_3 hybrid populations had the positive degree of transgression by spike productivity elements.

Key words: *bread winter wheat, variety, hybrid, wheat-rye translocation, elements of spike productivity, inheritance, transgression*