

УДК 633.111.1«324»:631.527.53.2:631.524.84

Генетична оцінка елементів продуктивності гібридів F_1 , F_2 пшениці м'якої озимої, створених за участі носіїв інтрогресованих компонентів

Власенко В. А., доктор сільськогосподарських наук
Бакуменко О. М.

*Сумський національний аграрний університет
Україна, 40021, м. Суми, вул. Г. Кондратьєва, 160
e-mail: vlasenkova@ukr.net*

Мета. Оцінити гібриди F_1 і F_2 пшениці м'якої озимої, в тому числі створених за участю сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій, за елементами зернової продуктивності та визначити їх селекційну цінність для моделювання добору високопродуктивних потомств. **Методи.** Досліджували сорти пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями (ПЖТ) 1AL/1RS, 1BL/1RS та без них, а також гібриди F_1 , F_2 тридцяти комбінацій (К. 1...К. 30), створених за їх участю. Використовували польові, лабораторні та математично-статистичні методи. Фенологічні спостереження, облік і оцінки та збирання врожаю проводили відповідно до загальноприйнятих методик. **Результати.** Гібридні комбінації, створені за участю сортів з пшенично-житніми транслокаціями (Смуглянка – 1AL/1RS, Крижинка – 1BL/1RS), мають різний рівень прояву ознак продуктивності залежно від умов року та індивідуальних особливостей батьківських форм. За показником фенотипового домінування у рослин F_1 у 2014, 2015 рр. виявлено значну диференціацію за типами успадкування елементів продуктивності. За типом фенотипового домінування матеріал поділили на п'ять груп. Ці дані вказують на превалювання (в 1,6–5,0 разів) наддомінування (гетерозису), що стосувалося 40 % комбінацій у досліді, тоді як часткове позитивне домінування спостерігали у 8 %, проміжне успадкування – у 19, часткове негативне успадкування – в 11, депресію – у 27 % комбінацій. При цьому гібриди, створені за участю сортів з 1BL/1RS або 1AL/1RS транслокацією, характеризувалися наддомінуванням у 9,7 % комбінацій, а з обома ПЖТ – у 3,8 %. У гібридів F_2 (2015 р.), створених за участю сортів з інтрогресованими компонентами жита, позитивні трансгресії за масою і кількістю зерен з головного колоса, а також за масою зерен з рослини виявлені у 60 % досліджува-

них комбінацій; за масою 1000 насінин – у 57 %; за продуктивною кущистістю – у 50; за довжиною головного колоса – у 33; за кількістю колосків головного колоса – у 16 % комбінацій. Більшість комбінацій за участю сорту Смуглянка характеризуються гетерозисом і трансгресивністю за масою 1000 насінин та масою зерна з головного колоса, що вказує на ефективність цього сорту як донора в отриманні елітних рослин інтенсивного типу. У нащадків сорту Крижинка більше проявляється істинний гетерозис за масою зерна з рослини, що характерно для генотипів універсального типу. **Висновки.** Прояв наддомінування і гетерозису в гібридів F_1 і трансгресії у F_2 свідчить про перевагу генотипів з інтрогресованими компонентами в комбінативній селекції. Сорти без транслокацій дещо поступалися за часткою гібридних популяцій з проявом гетерозису і трансгресії генотипам з інтрогресованими компонентами.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорт, гібриди, пшенично-житні транслокації, елементи продуктивності, успадкування, гетерозис, трансгресія

Вступ. Нині значно розширюється сортимент пшениці. Так, у Держреєстрі України на 2006 р. було 116 сортів пшениці м'якої озимої [1], у 2010 р. – 200 [2], а у 2015 р. зареєстровано вже 340 [3]. Наслідком такої кількості сортів у виробництві може стати велика генетична спорідненість, що підвищує ризик генетичної вразливості. Для уникнення цієї проблеми в селекційний процес необхідно залучати нові генетичні джерела селекційних ознак, зокрема, від споріднених культурних та дикорослих видів і родів, котрі є носіями генів підвищеної стійкості до несприятливих абіотичних та біотичних факторів і продуктивності. Такими є сорти із пшенично-житніми транслокаціями (ПЖТ).

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Для поліпшення господарськи цінних ознак пшеничних генотипів селекціонери широко використовують пшенично-житні транслокації. У цьому відношенні інтерес представляє жито посівне *Secale cereale* L., яке, будучи цінною продовольчою культурою, використовується у схрещуваннях з пшеницею для створення сортів тритикале та отримання пшенично-житніх транслокацій [4]. На теперішній час більше поширені сорти пшениці м'якої, що несуть пшенично-житню транслокацію 1BL/1RS, менше – транслокацію 1AL/1RS [5]. Компенсаційна здатність хромосоми жита 1R стосовно гомеологічних хромосом м'якої пшениці обумовлена тим, що у процесі еволюції ця хромосома, на відміну від більшості інших хромосом *S. cereale* L., не була залучена у міжхромосомні перебудови [6]. У результаті таких гомеологічних заміщень цілої хромосоми пшениці або її короткого плеча утворюються цитологічно стабільні і фертильні рослини [7]. Крім того, селекційна цінність сортів пшениці м'якої, що є носіями інтрогресованих компонентів, обумовлена стійкістю до абіотичних стресів та проти хвороб, яка визначається впливом короткого плеча хромосоми жита 1RS [8].

Оскільки селекцію пшениці на продуктивність неможливо вести за одним показником, тому важливо знати оптимальні параметри всіх властивостей та ознак. Правильна оцінка внеску окремих елементів продуктив-

ності у формування врожаю допомагає селекціонеру досягти поставленої мети [9]. Успадкування морфологічних ознак простежити простіше, а господарськи цінних – складніше, оскільки вони контролюються комплексом полігенів. Ступінь успадкування дає можливість оцінити ефективність добору селекційного матеріалу та використання його для практичних цілей селекції [10] і є одним із найважливіших параметрів для аналізу генетично детермінованих ознак [11].

Тому питання щодо генетичної оцінки гібридів F_1 та F_2 пшениці озимої за елементами продуктивності при схрещуванні носіїв пшенично-житніх транслокацій є, на нашу думку, актуальним, оскільки його вирішення дає змогу прогнозувати селекційну цінність створених гібридних комбінацій пшениці з інтрогресованими компонентами.

Мета досліджень – оцінити гібриди F_1 і F_2 пшениці м'якої озимої, в тому числі створені за участі сортів-носіїв ПЖТ, за елементами зернової продуктивності та визначити їх селекційну цінність для моделювання добору високопродуктивних потомств.

Матеріал і методика. Дослідження проводили впродовж 2013–2015 рр. на дослідному полі Сумського національного аграрного університету (СНАУ), що розташований у північно-східній частині Лісостепу України. Грунт – чорнозем типовий глибокий малогумусний, середньосуглинковий, вміст гумусу близько 3,9 %. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної [12].

Клімат території континентальний. Середньодобова (середньорічна) температура повітря у 2013/14 вегетаційному році становила 9,5 °С, що на 2,1 °С вище багаторічного показника. Абсолютний максимум (34,0 °С) відмічено у другій декаді серпня, мінімум (мінус 26 °С) – у третій декаді січня. Сума опадів становила 552,6 мм, що на 40,4 мм менше багаторічної норми. Середньодобова (середньорічна) температура повітря у 2014/15 вегетаційному році була 7,9 °С, що на 0,5 °С вище багаторічного показника. Абсолютний максимум (40 °С) відмічено у третій декаді липня, мінімум (мінус 22 °С) – у другій декаді лютого. Сума опадів становила 600,5 мм, що на 7,5 мм більше багаторічної норми. Погодні умови у вегетаційні періоди пшениці озимої відрізнялися від середньобагаторічних показників як за температурним режимом, так і за кількістю опадів та їх розподілом за місяцями. Загалом це сприяло проведенню всебічної оцінки селекційного матеріалу.

Досліджували сорти-носії ПЖТ Смуглянка (1AL/1RS) і Крижинка (1BL/1RS) та сорти пшениці м'якої озимої без ПЖТ Миронівська ранньостигла, Епоха одеська, Розкішна, Ремеслівна, а також міжсортіві гібриди першого та другого покоління 30 комбінацій (К.1...К. 30), отримані в результаті схрещування цих сортів за повною діалельною схемою.

Насіння гібридів висівали вручну у 3-кратній повторності за такою схемою: материнська форма – F_1 (за прямого схрещування) – F_2 (за прямого схрещування) – F_1 (за оберненого схрещування) – F_2 (за оберненого схрещу-

вання) – батьківська форма. Для максимальної реалізації елементів продуктивності застосовували розріджений спосіб сівби: відстань між рослинами у рядку – 10 см, між рядками – 15 см. Аналізували по 14–20 рослин F_1 та 49–60 – F_2 кожного повторення.

Упродовж вегетації проводили фенологічні спостереження, при настанні повної стиглості – структурний аналіз снопів [13–15]. На основі одержаних даних у гібридів першого покоління визначали рівень гетерозису за формулою A. Gustafsson [16] як відсоток перевищення гібридної комбінації над кращою батьківською формою: $\Gamma_{\text{ict}} = (F_1 - P_{\text{max}}) / P_{\text{max}} \times 100$, де Γ_{ict} – істинний гетерозис, F_1 – значення ознаки у гібрида, P_{max} – найбільше значення в одного з батьків. Також визначали ступінь фенотипового домінування за формулою B. Griffing [17]: $hp = (F_1 - Mp) / (P_{\text{max}} - Mp)$, де hp – ступінь домінування, F_1 – значення ознаки у гібрида, Mp – середнє значення обох батьків, P_{max} – найбільше значення в одного з батьків. Групування отриманих даних проводили відповідно до класифікації G. M. Veil, R. E. Atkins [18]: числове значення $hp > +1$ – гетерозис (наддомінування – НД); $+0,5 < hp \leq +1$ – часткове позитивне домінування (ЧПД); $-0,5 \leq hp \leq +0,5$ – проміжне успадкування (ПУ); $-1 \leq hp < -0,5$ – часткове від'ємне успадкування (ЧВУ); $hp < -1$ – депресія (Д). Ступінь та частоту трансгресії у F_2 розраховували згідно з методикою [19].

Обговорення результатів. Для створення цінного вихідного матеріалу пшениці озимої провели підбір батьківських компонентів пшениці м'якої озимої різного екологічного та генетичного походження серед сортів, занесених до Держреєстру України в різні роки [1–3]: Ремеслівна (термомутант селекційної лінії KVZ-CUT-75 з CIMMYT), Миронівська ранньостигла (термомутант пшениці ярої сорту ВТ 2288 з Тунісу), Епоха одеська (Куяльник / Вікторія одеська), Розкішна (Одеська 162 / Колосиста), Смуглянка (Експромт + мутаген ДАБ-0,05%) і Крижинка (Миронівська 27 / Миронівська 28).

Сорт Смуглянка різновиду еритроспермум має формулу гліадинового спектру 17.1.1.1.1.1, Крижинка різновиду лютеценс – 4+3.3.1.3.1.1. Наявність ПЖТ у них підтверджується присутністю білків секалінів у формулах гліадинових спектрів: алель Gli-A₁-17 у Смуглянки, алель Gli-B₁-3 – у Крижинки [8].

Аналіз експериментального матеріалу за показником фенотипового домінування у рослин F_1 у 2014–2015 рр. виявив значну диференціацію за типами успадкування елементів продуктивності. За типом фенотипового домінування матеріал розподілено на п'ять груп (табл. 1).

Як видно з таблиці 1, у 2015 р. в досліджуваних гібридних комбінаціях зафіксовано наддомінування (гетерозис) з вищою частотою прояву за переважною більшістю аналізованих ознак порівняно з 2014 р. Проте необхідно зазначити, що впродовж років досліджень наддомінування за продуктивною кущистістю, кількістю колосків у колосі та масою 1000 насінин проявлялося більш стабільно. Особливо важливий той факт, що в роки досліджень у більшості комбінацій значно превалювало наддомінування,

Таблиця 1. Розподіл гібридних комбінацій F₁ пшениці озимої за типами фенотипового домінування та істинного гетерозису ознак продуктивності (2014, 2015 рр.), %

Ознака	Рік	Д	ЧВУ	ПУ	ЧПД	НД	Г _{лет}	Межі варіювання Г _{лет}
Продуктивна куцистість	2014	44	10	3	3	40	40	0,3–26,5
	2015	30	7	13	10	40	40	2,7–29,9
Довжина колоса	2014	10	33	30	10	17	17	0,3–16,3
	2015	13	7	13	7	60	60	1,2–11,1
Кількість колосків у колосі	2014	7	20	33	3	37	37	0,3–11,2
	2015	33	10	27	-	30	27	0,4–8,9
Кількість зерен з колоса	2014	37	10	20	3	23	23	3,6–74,2
	2015	3	-	23	7	67	67	0,3–31,4
Маса 1000 насінин	2014	27	7	20	10	37	37	0,4–14,7
	2015	23	7	20	17	33	33	1,8–22,0
Маса зерен з колоса	2014	30	13	23	10	30	30	10,0–88,5
	2015	3	3	27	7	60	57	0,6–49,7
Маса зерна з рослини	2014	64	10	13	-	13	13	4,5–15,3
	2015	20	-	3	3	73	73	0,1–54,6
Середнє в досліді		24,57	11,42	19,14	7,50	40,00	39,57	1,89–39,57

яке стосувалося 40 % комбінацій у середньому по досліді, що значно перевищувало (в 1,6–5 разів) інші типи фенотипового домінування. При цьому, кількість гетерозисних комбінацій з наддомінуванням за участі генотипів з ПЖТ також була висока – 23 % (у середньому за показниками). Так, гібриди, створені за участі сортів з 1BL/1RS або 1AL/1RS транслокацією, характеризувались наддомінуванням у 9,7 % комбінацій, а з обома ПЖТ – 3,8 % (табл. 2).

Таблиця 2. Розподіл гібридних комбінацій F₁ з наддомінуванням залежно від присутності пшенично-житніх транслокацій (2014, 2015 рр.)

Ознака	Рік	Частка комбінацій з наддомінуванням, %					
		за участі сортів-носіїв ПЖТ				за участі сортів без ПЖТ	
		1AL/1RS	1BL/1RS	1AL/1RS 1BL/1RS	Разом		
Продуктивна куцистість	2014	10,00	10,00	3,33	23,33	16,67	
	2015	3,33	20,00	6,66	30,00	10,00	
Довжина колоса	2014	3,33	3,33	6,66	13,33	3,67	
	2015	10,00	20,00	3,33	33,33	26,67	
Кількість колосків у колосі	2014	6,66	13,33	6,66	26,65	10,35	
	2015	3,33	13,33	3,33	20,00	10,00	
Кількість зерен з колоса	2014	3,33	6,66	-	10,00	13,00	
	2015	16,66	16,66	3,33	36,65	30,35	
Маса 1000 насінин	2014	20,00	3,33	6,66	30,00	7,00	
	2015	13,33	-	3,33	16,66	16,34	
Маса зерен з колоса	2014	13,33	3,33	-	16,66	13,34	
	2015	16,66	3,33	3,33	23,32	36,68	
Маса зерна з рослини	2014	-	3,33	-	3,33	9,67	
	2015	16,66	20,00	6,66	43,33	29,67	
Середнє в досліді			9,75	9,75	3,81	23,33	16,67

Отримані результати щодо наддомінування та істинного гетерозису ($\Gamma_{\text{ист}}$) вказують на можливість успішної селекційної роботи з цими комбінаціями і добору цінного вихідного матеріалу для подальшого формування конкурентоздатних генотипів.

У 2015 р., проаналізувавши рослини F_2 , виявили позитивні трансгресії у більшості гібридних комбінацій (рис.), проте їх ступінь і частота суттєво різнилися залежно від досліджуваного показника та комбінації схрещування.

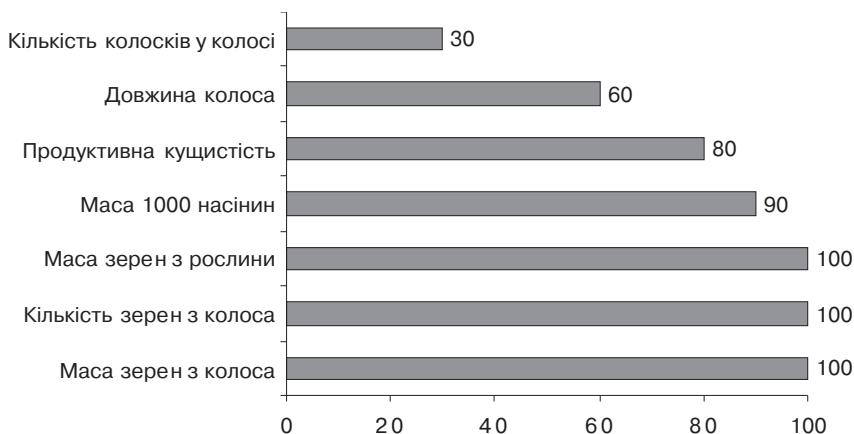


Рис. Прояв трансгресій за елементами зернової продуктивності у F_2 (2015 р.), %

В усіх (100 %) гібридних комбінаціях F_2 виявлено максимальний прояв позитивних трансгресій за масою і кількістю зерен з головного колоса, а також за масою зерна з рослини. Більшість з цих комбінацій (60 %) створено за участі сортів-носіїв інтрогресованих компонентів жита. За масою зерен з головного колоса ступінь трансгресії варіював від 0,3 до 40,9 % за частоти від 6,0 до 30,0 %. За кількістю зерен з головного колоса ступінь трансгресії варіював у межах 1,7–15,2 % з частотою 16,0–62,0 %. За масою зерна з рослини ступінь трансгресії варіював від 5,1 до 58,7 % за частоти від 6,0 до 36,0 %. Позитивні трансгресії за масою 1000 насінин зафіксовано у 90 % досліджуваних комбінацій, з яких 57 % – комбінації, створені схрещуванням сортів з ПЖТ. Межі варіювання ступеня трансгресії становили від 0,2 до 9,7 % за частоти прояву 6,0–32,0 %. За продуктивною куцистістю трансгресії виявлено у 80 % комбінацій F_2 . Більшість з них (50 %) створено за участі сортів з інтрогресованими компонентами жита. Ступінь прояву трансгресій варіював у межах 2,4–63,3 % з частотою 2,0–32,2 %. За довжиною головного колоса позитивні трансгресії виявлено у 60 % комбінацій F_2 , з них 33 % створені за участі ПЖТ. Ступінь трансгресії варіював у межах 3,0–30,0 % з частотою від 2,0 до 26,0 %. За кількістю колосків у головному

колосі позитивні трансгресії виявлено у 30 % комбінацій F_2 , серед них 16 % створені за участі сортів з транслокаціями. Ступінь трансгресії у них був у межах 3,5–11,8 % з частотою від 2,6 до 18,7 %.

Аналіз трансгресій у F_2 за елементами зернової продуктивності показав досить високий рівень ступеня та частоти їх прояву. Враховуючи позитивний прояв трансгресій, що сприяє підвищенню рівня селекційних ознак у гібридного матеріалу, частота і ступінь трансгресій вказують на можливість добору генотипів з максимальними та оптимальними параметрами господарськи цінних ознак.

Підсумовуючи, слід відмітити, що гібридні популяції, в яких не виділено трансгресій у F_2 , не варто повністю «скидати з рахунку», оскільки селекційну цінність становлять і ті гібридні форми, що мали проміжне положення чи були на рівні кращого компонента схрещування.

Упродовж років вивчення в усіх гібридних комбінаціях за досліджуваними ознаками (окрім ознаки «кількість колосків у головному колосі») виявили $\Gamma_{\text{іст}}(F_1)$ та трансгресивні форми (F_2). Проте, як свідчать дослідження Т. П. Лозинської [10], продуктивність є результатом інтегральної взаємодії генів, що контролюють довжину і кількість колосків у колосі, кількість і масу зерен з колоса, масу 1000 насінин, масу зерна з рослини. Ці елементи продуктивності в певних «лімітах» середовища можуть успадковуватись незалежно один від одного. Отже, у рослин пшениці з гетерозисним ефектом існує багато варіантів поєднання елементів продуктивності, що може бути обумовлено різними генетичними механізмами взаємодії ознак у даному організмі.

При розрахунку $\Gamma_{\text{іст}}$ досліджувані показники гібридів порівнювали з кращою батьківською формою, а фенотипове домінування – із середнім значенням ознаки обох батьків, тому при співставленні значень істинного гетерозису та наддомінування спостерігали розбіжність за кількістю колосків та масою зерен з колоса (див. табл. 1). Результати $\Gamma_{\text{іст}}$ надають більш «жорстку» оцінку селекційного матеріалу, а тому, на нашу думку, доцільнішим буде добір гібридних комбінацій за оцінювання їх за цим показником (табл. 3). Гібридні комбінації при цьому порівнюються з кращою батьківською формою, у якій аналізована ознака значно перевищує середній показник, а отже така комбінація схрещування може бути більш ефективним її донором.

Таблиця 3. Гетерозисні гібридні комбінації F_1 та прояв трансгресій у F_2 пшениці озимої за елементами продуктивності (2014, 2015 рр.), %

Комбінація схрещування	ПЖТ	$\Gamma_{\text{іст}} F_1$ (2014 р.)	$\Gamma_{\text{іст}} F_1$ (2015 р.)	Трансгресія, F_2 (2015 р.)	
				Тч	Тс
<i>Продуктивна куцистість</i>					
К.7 – Епоха одеська / Крижинка	+ ¹	5,56	4,24	24,00	53,33
К.11 – Крижинка / Смуглянка	++ ²	17,61	13,94	20,00	53,33
К.15 – Крижинка / Розкішна	+	2,14	29,94	12,00	33,33
К.16 – Ремеслівна / Крижинка	+	3,21	22,07	16,00	19,05

Продовження таблиці 3.

Комбінація схрещування	ПЖТ	$\Gamma_{\text{гет}}, F_1$ (2014 р.)	$\Gamma_{\text{гет}}, F_1$ (2015 р.)	Трансгресія, F_2 (2015 р.)	
				Тч	Тс
<i>Довжина головного колоса</i>					
К.5 – Миронівська ранньостигла / Розкішна	× ³	16,30	5,13	18,00	30,00
К.11 – Крижинка / Смуглянка	++	0,30	2,12	12,00	9,00
К.27 – Смуглянка / Ремеслівна	+	0,37	1,59	22,00	9,09
<i>Кількість колосків головного колоса</i>					
К.11 – Крижинка / Смуглянка	++	2,34	6,42	–	–
К.15 – Крижинка / Розкішна	+	2,76	0,59	–	–
К.16 – Ремеслівна / Крижинка	+	0,90	0,41	–	–
<i>Кількість зерен з головного колоса</i>					
К.6 – Епоха одеська / Смуглянка	+	9,87	26,11	26,00	5,99
К.8 – Епоха одеська / Ремеслівна	×	12,97	4,39	26,00	5,57
К.10 – Епоха одеська / Розкішна	×	22,74	26,44	48,00	15,17
К.16 – Ремеслівна / Крижинка	+	3,58	9,81	42,00	9,94
К.18 – Ремеслівна / Миронівська ранньостигла	×	74,19	20,70	32,00	11,47
К.22 – Розкішна / Крижинка	+	12,75	14,98	24,00	11,02
К.24 – Розкішна / Миронівська ранньостигла	×	12,30	6,87	28,00	7,48
<i>Маса 1000 насінин</i>					
К.6 – Епоха одеська / Смуглянка	+	5,61	2,77	24,00	10,73
К.11 – Крижинка / Смуглянка	++	2,85	2,08	20,00	13,64
К.21 – Розкішна / Смуглянка	+	14,72	22,01	22,00	19,65
К.23 – Розкішна / Ремеслівна	×	0,44	5,25	18,00	14,04
К.24 – Розкішна / Миронівська ранньостигла	×	2,64	1,77	14,00	7,61
К.29 – Смуглянка / Епоха одеська	+	12,29	9,67	32,00	8,67
К.30 – Смуглянка / Розкішна	+	12,39	4,36	30,00	11,72
<i>Маса зерен з головного колоса</i>					
К.6 – Епоха одеська / Смуглянка	+	35,00	29,19	12,00	0,29
К.10 – Епоха одеська / Розкішна	×	30,00	29,76	16,00	15,92
К.18 – Ремеслівна / Миронівська ранньостигла	×	88,46	24,09	28,00	24,77
К.21 – Розкішна / Смуглянка	+	14,44	26,49	18,00	9,13
К.22 – Розкішна / Крижинка	+	10,00	10,00	28,00	25,55
К.24 – Розкішна / Миронівська ранньостигла	×	31,18	20,51	26,00	30,37
К.29 – Смуглянка / Епоха одеська	+	20,56	7,57	18,00	4,14
К.30 – Смуглянка / Розкішна	+	25,00	49,73	20,00	5,93
<i>Маса зерна з рослини</i>					
К.8 – Епоха одеська / Ремеслівна	×	13,33	12,05	10,00	49,43
К.15 – Крижинка / Розкішна	+	10,77	22,54	32,00	21,07
К.18 – Ремеслівна / Миронівська ранньостигла	×	15,27	3,67	10,00	52,11
К.24 – Розкішна / Миронівська ранньостигла	×	4,52	24,50	12,00	29,56

Примітка. 1. + присутність однієї транслокації, 2. ++ присутність обох транслокацій, 3. × відсутність транслокацій

Найбільшою кількістю елементів продуктивності виокремились гібридні комбінації з ПЖТ 1АЛ/1RS та 1ВЛ/1RS. Комбінація Крижинка / Смуглянка виділилась за 4 елементами, що свідчить про можливість створення гібридів, які, вірогідно, поєднують у своєму генотипі обидва інтрогресовані компоненти. Серед комбінацій схрещування (F_1) з участю батьківських форм без ПЖТ істинний гетерозис за елементами продуктивності виявлений у 13, тоді як з ПЖТ – у 23 комбінацій схрещування. Отже, виявлено майже подвійну перевагу за Γ_{ict} (23 комбінації проти 13), що переконливо вказує на ефективність комбінативної селекції з батьківськими формами, які є носіями ПЖТ, особливо 1АЛ/1RS.

Сорт Смуглянка виділився за продуктивною кущистістю один раз у комбінації з Крижинкою, котра присутня в усіх пунктах з Γ_{ict} . Тобто, завдяки генотипу Крижинки, вірогідно, Смуглянка має один пункт Γ_{ict} за цим елементом продуктивності. Відсутність НД і Γ_{ict} за продуктивною кущистістю та, вірогідно, менша маса зерна колосів другого і наступного порядків у гібридів з участю Смуглянки не забезпечили формування популяцій з Γ_{ict} за масою зерна з рослини. Проте, Смуглянка вирізняється за Γ_{ict} маси 1000 насінин у п'яти комбінаціях з семи та маси зерна з головного колоса – у чотирьох з восьми. Смуглянка є кращим та ефективним донором в отриманні елітних рослин інтенсивного типу порівняно з універсальним, що, вірогідно, більше проявлятиметься у нащадків Крижинки, оскільки з її участю отримано комбінацію (Крижинка / Розкішна) з істинним гетерозисом за масою зерна з рослини. Таким чином, сорт Смуглянка, віднесений до групи сортів інтенсивного типу [8], успішно передає нащадкам цю ознаку. Аналогічно й гібриди сорту Крижинка, який позиціонують з групою сортів універсального типу, успадковують такий рівень.

Варто зазначити, що сорти без транслокацій дещо поступаються генотипам з ПЖТ за часткою формування гібридних популяцій з проявом Γ_{ict} та трансресивністю. Так, зі 126 пунктів (18 комбінацій на 7 ознак) у гібридних популяціях, створених за участі носіїв ПЖТ, Γ_{ict} зафіксовано у 23 (18 %), або у кожному п'ятому. Тоді як у гібридів, створених без участі носіїв ПЖТ, з 84 пунктів (12 комбінацій на 7 ознак) Γ_{ict} виявлено лише у кожному шостому (у 13 пунктів, або 15 %). При цьому необхідно відмітити, що з позитивним результатом виділялися комбінації, створені за участі сортів Епоха одеська й Розкішна та зрідка – Ремеслівна й Миронівська ранньостигла. Ці генотипи, на нашу думку, здатні формувати гібридні популяції рослин, швидше за все, універсального типу, ніж інтенсивного.

Поєднання двох батьківських форм з інтрогресованими компонентами по-різному впливає на формування елементів продуктивності. Про це свідчить відсутність стабільного прояву Γ_{ict} впродовж років досліджень за ознаками зернової продуктивності у К. 26, в якій материнською формою є Смуглянка, батьківською – Крижинка. Проте, в цій комбінації Γ_{ict} спостерігався в окремі роки: у 2014 р. – за довжиною та кількістю колосків головного колоса і масою 1000 насінин; у 2015 р. – за продуктивною кущистістю

та масою зерна з рослини. Ступінь трансгресії у К. 26 також був зафіксований, але незначний – за кількістю зерен з головного колоса ($T_c = 1,7\%$; $T_h = 24,0\%$), масою 1000 насінин (3,0; 12,0), масою зерен з головного колоса (1,5; 14,0). Значно вищим виявився показник ступеня трансгресії за масою зерна з рослини – $33,09\%$ ($T_h = 20,0\%$). Проте, як і за віддалених схрещувань, процес формування у нових генотипів добре виражених основних селекційних ознак проходить досить складно. Незважаючи на низький рівень або й відсутність прояву гетерозису та трансгресій з аналізованих ознак, опрацюючи велику кількість гібридного потомства досліджуваних комбінацій з участю обох носіїв ПЖТ за різного тиску абіотичних та біотичних чинників довкілля на селекційний добір, можемо досягати позитивного ефекту.

Отже, за участі носіїв ПЖТ створено оригінальний селекційний матеріал пшениці озимої, поліпшений порівняно з батьківськими компонентами як за окремими елементами, так і за групою ознак продуктивності колоса й рослини. Усі створені форми проходять подальше випробування в селекційних розсадниках СНАУ. Кращі добори також залучено до науково-дослідних програм лабораторії селекції та фізіології озимої пшениці Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України і лабораторій селекції пшениці озимої і ярої Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України.

Висновки. 1. Прояв наддомінування і гетерозису у F_1 та трансгресій – у F_2 свідчить, що поміж виділених доборів найбільше пунктів за елементами продуктивності набрали комбінації з пшенично-житніми транслокаціями 1AL/1RS (10) та 1BL/1RS (9). У комбінації Крижинка / Смуглянка виявлено 4 таких пункти, що вказує на можливість створення гібридів, які, вірогідно, можуть поєднувати у своєму генотипі обидва інтрогресовані компоненти. Комбінації з участю батьківських форм без транслокацій, які проявили істинний гетерозис, набрали 13 пунктів за елементами продуктивності, що переконливо вказує на переваги генотипів з інтрогресованими компонентами в комбінативній селекції.

2. Сорт Смуглянка вирізнявся гетерозисом та трансгресивністю за масою 1000 насінин у п'яти комбінаціях з семи та масою зерна з головного колоса – у чотирьох з восьми, що вказує на його ефективність як донора в отриманні елітних рослин інтенсивного типу. У нащадків сорту Крижинка істинний гетерозис більше проявлявся за масою зерна з рослини, що характерно для генотипів універсального типу.

3. Поєднання двох батьківських форм з інтрогресованими компонентами по-різному впливає на формування елементів зернової продуктивності; стабільний прояв гетерозису впродовж років досліджень виявлено у прямій комбінації Крижинка / Смуглянка і відсутність його – в оберненій Смуглянка / Крижинка. В оберненій комбінації гетерозис спостерігався у 2014 р. за довжиною та кількістю колосків головного колоса і за масою 1000 насінин, у 2015 р. – за продуктивною кущистістю та масою зерна з рослини.

4. Сорти без транслокацій дещо поступалися за часткою сформованих гібридних популяцій з проявом гетерозису та трансгресивністю (15 %) geno-

типам з інтрогресованими компонентами (18 %), але вони мають певну селекційну цінність, зокрема, продукування генотипів універсального типу.

На перспективу заплановано виділити серед кращих комбінацій і доборів потомства для подальших досліджень та створити конкурентоздатні лінії для селекції високопродуктивних сортів.

Список використаних джерел

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2006 році (витяг станом на 7.02.2006 року) / голов. ред. В. В. Волкодав; Держ. служба з охорони прав на сорти рослин. Київ : Алефа, 2006. 230 с.
2. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2010 році. (витяг станом на 01.03.10) / голов. ред. В. А. Хаджиматов; Держ. служба з охорони прав на сорти рослин. Київ : Алефа, 2010. 247 с.
3. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2015 році. (станом на 14.01.2015 року). Держ. ветеринарна та фітосанітарна служба України. Київ : [б. в.], 2015. 324 с.
4. Rabinovich S. V. Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L. *Euphytica*. 1998. Vol. 100. P. 323–340.
5. Козуб Н. А., Созинов И. А., Собко Т. А. и др. Сорта мягкой пшеницы украинской и российской селекции с геном устойчивости к стеблевой ржавчине SrR5^{Amigo}. *Управление производственным процессом в агротехнологиях 21 века: реальность и перспективы* : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Белгород, 15–16 июля 2010 г.). Белгород : Отчий край, 2010. С. 222–225.
6. Naranjo T., Fernandez-Rueda P. Homeology of rye chromosome arms to wheat. *Theor. Appl. Genet.* 1991. Vol. 82. P. 577–586.
7. Friebe B., Jiang J., Raupp W. J. et al. Characterization of wheat-alien translocations conferring resistance to diseases and pests: current status. *Euphytica*. 1996. Vol. 91. P. 59–87.
8. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т. та ін. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка : [б. в.], 2012. 330 с.
9. Лихочвор В. В. Шляхи підвищення якості зерна озимої пшениці в умовах Лісостепу Західної України. *Вісник Львівського ДАУ*. 2001. № 5. С. 170–177.
10. Лозінська Т. П. Успадкування господарсько цінних ознак у гібридів пшениці м'якої ярої та їх трансгресивна мінливість. *Агробіологія*. Біла Церква, 2010. Вип. 3 (74). С. 76–78.
11. Поліщук І. Б., Поліщук В. Д., Жигадло Ю. В. Успадкування ознак продуктивності у формотворчих процесах селекції рослин. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 12. С. 41–44.
12. Масалітін П. В., Макаренко В. М. Агрохімічний та економічний стан орних земель Сумської області. *Науково обґрунтована система ведення сільського господарства Сумської області*. Суми : Козацький вал, 2004. С. 77–92.
13. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: загальна частина. Охорона прав на сорти рослин : офіційний бюл. / Гол. ред. В. В. Волкодав. Київ : Алефа, 2003. Вип.1, ч. 3. 106 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 352 с.
15. Руденко М. И., Шитова И. П., Корнейчук В. А. Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы. Изд. третье, перераб. / под ред. В. Ф. Дорофеева. Ленинград : [б. и.], 1977. 28 с.
16. Gustafsson A. The effect of heterozygosity on variability and vigour. *Hereditas*. 1946. 32(2) P. 263–286. doi: 10.1111/j.1601-5223.1946.tb02779.x
17. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol. 35. P. 303–321.
18. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa St. J. Sci.* 1965. Vol. 39, № 3. P. 345–358.

19. Воскресенская Г. С., Шпота В. И. Трангрессия признаков Brassica и методика количественного учёта этого явления. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1967. № 7. С. 18–20.

References

1. Volkodav, V. V. (Ed.). (2006). *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini u 2006 rotsi (vytiah stanom na 7.02.2006 roku)* [State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine in 2006 (extract as of 07.02.2006)]. Kyiv: Alefa. [in Ukrainian]
2. Khadzhyatov, V. A. (Ed.). (2010). *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini u 2010 rotsi (vytiah stanom na 01.03.2010)* [State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine in 2010 (extract as of 01.03.2010)]. Kyiv: Alefa. [in Ukrainian]
3. *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini u 2015 rotsi (stanom na 15.01.2015)* [State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine in 2015 (as of 15.01.2015)]. (2015). Kyiv: N.p. [in Ukrainian]
4. Rabinovich, S. V. (1998). Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L. *Euphytica*, 100 (1–3), 323–340.
5. Kozub, N. A., Sozinov, I. A., Sobko, T. A., Kolyuchiy, V. T., Vlasenko, V. A., Netsvetaev, V. P., & Sozinov, A. A. (2010). Bread wheat varieties of Ukrainian and Russian breeding with stem rust resistance gene SrRs^{Amigo}. In *Upravlenie produktsionnyy protsessom v agrotekhnologiyakh 21 veka: real'nost' i perspektivy: materialy Mezhdunarodnoy Nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Management of production process in agro-technologies of the 21st century: reality and prospects: Proc. Int. Sci. Pract. Conf.] (pp. 222–225). July 15–16, 2010, Belgorod, Russia. [in Russian]
6. Naranjo, T., & Fernandez-Rueda, P. (1991). Homeology of rye chromosome arms to wheat. *Theor. Appl. Genet.*, 82, 577–586.
7. Friebe, B., Jiang, J., Raupp, W. J., McIntosh, R. A., & Gill, B. S. (1996). Characterization of wheat-alien translocations conferring resistance to diseases and pests: current status. *Euphytica*, 91, 59–87.
8. Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., Koliuchyi, V. T., Kolomiets, L. A., Khomenko, S. O. & Solona, V. Yo. (2012). *Selektsiina evoliutsiia myronivskykh pshenyts* [Breeding Evolution of Myronivka Wheats]. Myronivka: N.p. [in Ukrainian]
9. Lykhochvor, V. V. (2001). Ways to increase winter wheat grain quality in environments of Forest-Steppe of West Ukraine. *Visnyk Lvivskoho DAU* [Bulletin of Lviv State Agrarian University], 5, 170–177. [in Ukrainian]
10. Lozinska, T. P. (2010). Inheritance of agronomic traits in bread spring wheat hybrids and their transgressive variability. *Ahrobiolohiia* [Agrobiology], 3, 76–78. [in Ukrainian]
11. Polishchuk, I. B., Polishchuk, V. D., & Zhyhadlo, Yu. V. (2007). Inheritance of productivity characters in formative process of plant breeding. *Visnyk ahrarnoi nauky* [News of Agrarian Sciences], 12, 41–44. [in Ukrainian]
12. Masalitin, P. V., & Makarenko, V. M. (2004). Agrochemical and economic condition of arable lands in Sumy region. In *Naukovo-obgruntovana systema vedennia silskoho hospodarstva Sumskoi oblasti* [The science-based system of agriculture in the Sumy region] (pp. 77–92). Sumy: Kozatskyi val. [in Ukrainian]
13. Volkodav, V. V. (Ed.). (2003). *Metodyka derzhavnoho vyprovuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini: zahalna chastyna* [Methods of State Testing of Plant Varieties on Suitability for Dissemination in Ukraine: General Part]. Kyiv: Alefa. [in Ukrainian]
14. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methodology of Field Experiment]. Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
15. Rudenko, M. I., Shitova, I. P., & Korneychuk, V. A. (1977). *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoy kolleksii pshenitsy* [Methodical guidelines for the study of worldwide wheat collection]. (3rd ed., rev.). V. F. Dorofeev (Ed.). Leningrad: N.p. [in Russian]

16. Gustafsson, A. (1946). The effect of heterozygosity on variability and vigour. *Hereditas*, 32(2), 263–286. doi: 10.1111/j.1601-5223.1946.tb02779.x
17. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303–321.
18. Beil, G. M., & Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa St. J. Sci.*, 39(3), 345–358.
19. Voskresenskaya, G. S., & Shpota, V. I. (1967). Transgression of characters in Brassica and methods to count this phenomenon. *Doklady VASKhNIL* [Reports of the V.I. Lenin All-Union Academy of Agricultural Sciences], 7, 18–20. [in Russian]

Генетическая оценка элементов продуктивности гибридов F_1 , F_2 пшеницы мягкой озимой, созданных при участии носителей интрогрессированных компонентов

Власенко В. А., доктор сельскохозяйственных наук
Бакуменко О. Н.

Сумской национальной аграрный университет
Украина, 40021, г. Сумы, ул. Г. Кондратьева, 160
e-mail: vlasenkova@ukr.net

Цель. Оценить гибриды F_1 и F_2 пшеницы мягкой озимой, в том числе созданные с участием сортов-носителей пшенично-ржаных транслокаций, и определить их селекционную ценность для моделирования отбора высокопродуктивных потомств. **Методы.** Исследовали сорта пшеницы мягкой озимой с пшенично-ржаными транслокациями (ПТ) 1AL/1RS, 1BL/1RS и без них, а также гибриды F_1 , F_2 тридцати комбинаций (К. 1...К. 30), созданных с их участием. Использовали полевые, лабораторные и математико-статистические методы. Фенологические наблюдения, учет и оценки, уборку урожая проводили согласно общепринятым методикам. **Результаты.** Гибридные комбинации, созданные с участием сортов с пшенично-ржаными транслокациями (Смуглянка – 1AL/1RS, Крижинка – 1BL/1RS), обладают разным уровнем проявления признаков продуктивности в зависимости от условий года и индивидуальных особенностей родительских форм. По показателю фенотипического доминирования у растений F_1 в 2014, 2015 гг. выявлена значительная дифференциация по типам наследования элементов продуктивности. По типу фенотипического доминирования материал поделили на пять групп. Эти данные указывают на превалирование (в 1,6–5,0 раз) сверхдоминирования (гетерозиса), которое касалось 40 % комбинаций в опыте, тогда как частичное положительное доминирование наблюдали у 8 % комбинаций, промежуточное наследование – у 19 %, частичное отрицательное наследование – у 11 %, депрессию – у 27 % комбинаций. При этом гибриды, созданные с участием сорта с 1BL/1RS или 1AL/1RS транслокацией, характеризовались сверхдоминированием у 9,7 % комбинаций, а с обеими – у 3,8 %. У гибридов F_2 , созданных с участием сортов с интрогрессированными компонентами ржи, положительные трансгрессии по массе и количеству зерен главного колоса, а также по массе зерна с растения выявлены у 60 % исследуемых комбинаций; по массе 1000 семян – у 57 %; по продуктивной кустиности – у 50 %; по длине главного колоса – у 33 %; по количеству колосков главного колоса – у 16 % комбинаций. Большинство комбинаций с участием сорта Смуглянка характеризуются гетерозисом и трансгрессивностью по массе 1000 семян и массе зерен главного колоса, что указывает на эффективность этого сорта как донора в получении элитных растений высокоинтенсивного типа. У потомков сорта Крижинка больше проявлялся истинный гетерозис по массе зерна с растения, что характерно для генотипов универсального типа. **Выводы.** Проявление сверхдоминирования и

гетерозиса у гибридов F_1 и трансгрессий в F_2 свидетельствует о преимуществе генотипов с интрогрессированными компонентами в комбинативной селекции. Сорты без транслокаций несколько уступали по доле гибридных популяций с проявлением гетерозиса и трансгрессии генотипам с интрогрессированными компонентами.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, сорт, гибриды, пшенично-ржаные транслокации, элементы продуктивности, наследование, гетерозис, трансгрессия

Genetic control of productivity elements in bread winter wheat F_1 and F_2 hybrids created by involving carriers of introgressive components

Vlasenko V. A., Doctor of Agricultural Sciences
Bakumenko O. M.

Sumy National Agrarian University
160, H. Kondratiev str., Sumy, Ukraine, 40021
e-mail: vlasenkova@ukr.net

Purpose. To evaluate bread winter wheat F_1 and F_2 hybrids including those created with varieties-carriers of wheat-rye translocations for elements of grain productivity and to determine their breeding value for modelling selection of highly productive progenies.

Methods. Bread winter wheat varieties with and without wheat-rye translocations (1AL/1RS, 1BL/1RS) and 30 combinations of F_1 and F_2 (K.1...K. 30) created by involving them were studied. Field, laboratory and mathematical-statistical methods were used. Phenological observations, accounting, evaluation and harvesting were carried out according to conventional methods. **Results.** Hybrid combinations created by involving varieties with wheat-rye translocations (Smuhlianka 1AL/1RS, Kryzhynka 1BL/1RS) have different levels of manifestation of productivity characters, depending on the conditions of the year and individual characteristics of parental forms. According to phenotypic dominance index in F_1 plants in 2014, 2015, significant differentiation was found as for types of inheritance of productivity elements. For the type of phenotypic dominance material was divided into five groups. The phenotypic dominance data pointed at prevalence (1.6–5.0 times) of overdomination (heterosis) concerning to 40 % of combinations in the experiment, while the partial positive domination were observed in 8 %, the intermediate inheritance in 19 %, the partial negative inheritance in 11 %, depression in 27 %. Wherein the hybrids originated with the participation of varieties with either 1BL/1RS or 1AL/RS translocation were characterized by overdomination in 9.7 % of combinations vs. in 3.8 % of combinations if both parents had wheat-rye translocation. In F_2 hybrids (in 2015) originated with the participation of varieties with introgressive rye components positive transgressions were found in 60 % of the combinations studied by grain weight and grain number per main spike as well as by grain mass per plant; in 57 % by 1000 kernel weight; in 50 % by productive tiller number; in 33 % by main spike length; in 16 % by spikelet number per main spike. The most combinations with participation of the variety Smuhlianka are characterized with true heterosis and transgressivity by 1000 kernel weight and grain weight per main spike, thus indicating the effectiveness of this variety as a donor to produce elite plants of high intensity type. The offspring of the variety Kryzhynka showed a true heterosis by grain weight per plant being typical for genotypes of universal type. **Conclusions.** Manifestation of overdominance and heterosis in F_1 hybrids and transgression in F_2 hybrids indicate the advantage of genotypes with introgressive components in combinative breeding. The varieties without translocations were somewhat inferior to genotypes with introgressive components by ratio of hybrid populations with heterosis and transgression.

Key words: bread winter wheat, variety, hybrids, wheat-rye translocations, productivity elements, inheritance, heterosis, transgression