

УДК 633.111.1«324»:631.527.53:631.524.84

## Довжина головного колоса у гібридів $F_1$ *Triticum aestivum* L., створених за участі носіїв пшенично-житніх транслокацій

Дубовик Н. С.

Гуменюк О. В., кандидат сільськогосподарських наук

Кириленко В. В., доктор сільськогосподарських наук

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН

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

e-mail: [mwheats@ukr.net](mailto:mwheats@ukr.net)

**Мета.** Визначити характер успадкування довжини головного колоса гібридами першого покоління від схрещування сортів пшениці м'якої озимої, що є носіями пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ). **Методика.** У 2016 і 2017 рр. прояв гетерозису визначали за D. F. Matzinger et al. та S. Fonseca, F. Patterson, ступінь фенотипового домінування – за B. Griffing. Отримані дані групували за класифікацією G. M. Veil, R. E. Atkins. **Результати.** У гібридів  $F_1$  виявлено значну диференціацію за довжиною головного колоса. У групі схрещувань 1AL.1RS / 1AL.1RS коефіцієнт варіації був низьким (< 9,3 %) як у 2016 р., так і у 2017 р. У 2016 р. виявили сильне варіювання довжини головного колоса у групі 1AL.1RS / 1BL.1RS. У групі 1BL.1RS / 1AL.1RS відмічали незначні зміни (< 8,9 %) цієї ознаки. У 2017 р. у групі схрещувань 1BL.1RS / 1BL.1RS спостережали збільшення коефіцієнту варіації за довжиною колоса у гібридній комбінації Калинова / Легенда Миронівська (15,5 %), у решти гібридів цей показник був середнім. У 2016 р. наддомінування довжини головного колоса виявили у 26,7 % гібридних комбінацій, у 2017 р. – у 36,7 %. За результатами аналізу гібридів  $F_1$  у 2016 і 2017 рр. визначено достовірно більшу довжину головного колоса та вищий рівень гетерозису в генотипів Золотоколоса / Експромт, Колумбія / Експромт (1AL.1RS / 1AL.1RS); Золотоколоса / Легенда Миронівська (1AL.1RS / 1BL.1RS); Світанок Миронівський / Золотоколоса, Світанок Миронівський / Експромт (1BL.1RS / 1AL.1RS), Калинова / Легенда Миронівська (1BL.1RS / 1BL.1RS). **Висновки.** За використання носіїв ПЖТ у гібридів  $F_1$  виявлено різний ступінь домінування ознаки «довжина головного колоса»: від наддомінування (гетерозис) до депресії. Наддомінування і часткове позитивне домінування та вищий рівень гетерозису встановлено у більшості комбінацій, батьківськими компонентами яких є сорти пшениці м'якої озимої Золотоколоса, Колумбія, Експромт, що містять 1AL.1RS транслокацію.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, комбінації схрещування, пшенично-житні транслокації, довжина головного колоса, успадкування, гетерозис

**Вступ.** Одним із найефективніших методів підвищення врожайності, стійкості до біо- і абіотичних факторів середовища та енергоекономічності сільськогосподарських культур, у тому числі й пшениці м'якої озимої, є генетично-селекційне поліпшення сортів. Створення нових гібридів пшениці дасть можливість поєднати в одному генотипі комплекс цінних господарських ознак, підвищити економічну ефективність вирощування цієї культури та забезпечити високоякісним зерном харчову промисловість.

**Аналіз літературних джерел, постановка проблеми.** Нині для поліпшення цінних господарських ознак пшениці селекціонери широко використовують пшенично-житні транслокації. У пшениці описано понад 68 різних транслокацій, що несуть гени стійкості проти хвороб та шкідників. Особливе господарське значення серед них мають лише п'ять, у тому числі й пшенично-житня транслокація [1, 2]. Шляхом інтрогресії одержано сорти пшениці м'якої, що в основному містять пшенично-житні транслокації 1BL.1RS та, меншою мірою, 1AL.1RS [3]. Основним джерелом 1BL.1RS транслокацій у сучасних сортів пшениці м'якої є створена Г. Рібезелем лінія Riebesel 47-51 з транслокацією 1BL.1RS від жита (*Secale cereale* L.) сорту Petkus (2x). Транслокація 1AL.1RS в більшості випадків походить від сорту Amigo, який отримав її від аргентинського сорту жита Insave [4, 5]. Відомо, що присутність у геномі пшениці м'якої 1BL.1RS транслокації негативно впливає на хлібопекарські якості [6]. Це можна частково компенсувати наявністю у сортів алелей з позитивним впливом на якість зерна за іншими локусами, зокрема за локусами HMW субодиноць глютенинів. Дослідження ефекту дії 1AL.1RS транслокації на прояв цінних господарських ознак показали, що її присутність не спричиняє зниження якості зерна, як у варіанті з 1BL.1RS [7]. Сорти пшениці з 1BL.1RS транслокацією, як правило, містять гени, що контролюють стійкість проти таких грибних патогенів, як бура іржа (*Lr26*), стеблова іржа (*Sr31*), жовта іржа (*Yr9*), борошніста роса (*Pm8*), а також гени стійкості проти інших хвороб та шкідників. Завдяки присутності генів стійкості проти біотипів попелиці (*Gb2*, *Gb6*), борошністої роси (*Pm17*), кліща транслокація 1AL.1RS широко використовується в селекції комерційних сортів [8–13]. Сорти із житньою транслокацією посухостійкі, мають підвищену адаптивність до лімітуючих факторів довкілля, у них збільшується врожайність та вміст білка в зерні [14, 15]. Тому актуальними є дослідження особливостей успадкування гібридами  $F_1$  ознак і властивостей, отриманих від батьків – носіїв пшенично-житніх транслокацій, та визначення їх селекційної цінності. Основний шлях створення таких гібридів – використання явища гетерозису. Дослідження ефекту гетерозису і характеру успадкування основних цінних господарських ознак, корисних для селекції, дає можливість прогнозувати підбір батьківських пар для схрещувань і отримувати гібриди із заданими параметрами продуктивності, вегетаційного періоду та інших кількісних і якісних ознак.

**Мета досліджень** – встановити прояв гетерозису та успадкування довжини головного колоса гібридами першого покоління від схрещування сортів пшениці м'якої озимої, що є носіями пшенично-житніх транслокацій.

**Матеріал і методика.** Польові дослідження гібридів першого покоління ( $F_1$ ) проводили у 2015/16, 2016/17 рр. у селекційній сівозміні Миронівського інституту пшениці (МІП). Середньорічна температура повітря у 2015/16 р. становила 9,6 °С, що на 1,3 °С вище багаторічного показника, у 2016/17 р. – 9,0 °С (вище на 0,7 °С). Сума опадів у 2015/16 р. склала 538 мм (88 %), що на 75 мм менше середньої багаторічної норми (613 мм), у 2016/17 р. – 453 мм (74 %), що менше на 160 мм (табл. 1).

**Таблиця 1. Гідротермічні умови періоду вегетації пшениці озимої (2015–2017 рр.)**

Рік	Місяць												Показник	
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII		
Кількість опадів, мм													мм <sup>1</sup>	%
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
*	62	58	39	42	41	34	30	35	42	55	91	84	613	-
Температура повітря, °С													°С <sup>2</sup>	±
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
*	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.** \* – середні багаторічні показники за 1980–2015 рр.; 1 – сума опадів, мм; 2 – середня температура, °С

Вивчали 30 гібридних комбінацій схрещування сортів пшениці м'якої озимої селекції МІП та Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (ІФРГ), які є носіями ПЖТ 1AL/1RS, 1BL/1RS. Гібридне зерно висівали вручну на ділянках площею 0,3 м<sup>2</sup>. Статистичну обробку даних проводили за методикою Б. О. Доспехова [16], використовуючи програму Microsoft Excel 2010.

Прояв гетерозису ( $H_t$  – гіпотетичний,  $H_{tb}$  – істинний) визначали за формулами D. F. Matzinger et al. [17] та S. Fonseca, F. Patterson [18]:

$$H_t (\%) = (F_1 - MP) / MP \times 100,$$

$$H_{tb} (\%) = (F_1 - BP) / BP \times 100,$$

де  $F_1$  – середнє арифметичне значення ознаки у гібрида;  $BP$  – найвищий прояв ознаки у одного з батьків;  $MP$  – середнє арифметичне значення показників обох батьківських форм.

Ступінь фенотипового домінування за довжиною головного колоса у гібридних комбінаціях визначали за формулою В. Griffing [19]:

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

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

Діапазон, в якому розміщується показник домінантності ( $hp$ ), охоплює будь-які значення від  $-\infty$  до  $+\infty$ . Отримані дані групували за класифікацією G. M. Beil, R. E. Atkins [20]:

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)	$-1 \leq hp < -0,5$ ;
Депресія (Д)	$hp < -1$ .

Гіпотетичний гетерозис ( $Ht$ ) показує перевищення прояву ознаки у гібрида  $F_1$  над середнім значенням компонентів. Гетерозис істинний ( $Htb$ ) дає змогу виявити найбільш сильний прояв ознаки у  $F_1$  порівняно із кращою батьківською формою та оцінити селекційну цінність гібрида, можливість його комерційного використання та найвищу ймовірність виходу трансгресивних сегрегантів з комбінації [17, 18].

**Обговорення результатів.** Розмір колоса у різних генотипів пшениці м'якої має чіткий фенотиповий прояв, тому він є зручною і важливою ознакою в селекції на продуктивність [1]. Можлива величина колоса пшениці озимої формується на III і IV етапах органогенезу. Чим більше сегментів формується на III е. о., тим більше може бути члеників на колосовому стрижні, довшим буде колос, може утворитися більше колосків [2, 3]. Ступінь прояву кожної ознаки є результатом взаємодії генів і факторів зовнішнього середовища, які варіюють як за роками, так і впродовж вегетаційного періоду [4, 5].

Величина гетерозису в гібридів пшениці першого покоління може варіювати в широких межах, а виявлений його рівень не завжди дає змогу прогнозувати появу в поколіннях, що розщеплюються, цінних трансгресивних форм, оскільки можливе виникнення міжжалельної взаємодії генів у  $F_2$ , що не передається наступним генераціям [9]. Тому гетерозис варто використовувати в комплексі з іншими критеріями, що забезпечує більшу ефективність добору. За результатами досліджень експериментального матеріалу виявлено диференціацію за довжиною головного колоса між гібридами  $F_1$ , отриманими від схрещування сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій (табл. 2).

У групі схрещування 1AL.1RS / 1AL.1RS коефіцієнт варіації за довжиною головного колоса був низьким ( $< 9,3$  %) як у 2016 р., так і у 2017 р. У 2016 р. у групі 1AL.1RS / 1BL.1RS виявили сильне варіювання довжини головного колоса: гібридні комбінації Колумбія / Світанок Миронівський (121 %) та Колумбія / Калинова (99 %). У групі 1BL.1RS / 1AL.1RS відмічали незначні зміни даної ознаки ( $< 8,9$  %). У 2017 р. у групі схрещувань 1BL.1RS / 1BL.1RS спостерігали збільшення коефіцієнту варіації за довжиною колоса у гібридної комбінації

Таблиця 2. Статистичні параметри довжини головного колоса у гібридів F<sub>1</sub> від схрещування сортів-носіїв ПЖТ (2016, 2017 рр.)

Комбінація схрещування	2016				2017			
	min, см	max, см	X, см	V, %	min, см	max, см	X, см	V, %
1AL.1RS / 1AL.1RS								
Золотоколоса / Колумбія	10,5	12,0	11,3	4,8	7,9	11,4	9,6	7,6
Колумбія / Золотоколоса	9,8	11,7	10,7	4,7	8,0	11,3	9,6	7,2
Золотоколоса / Експромт	9,7	11,8	10,6	5,4	8,0	10,5	10,5	5,9
Експромт / Золотоколоса	9,6	12,0	11,1	5,4	8,8	11,6	10,1	4,4
Колумбія / Експромт	9,9	11,8	11,4	4,7	7,5	12,2	9,9	9,3
Експромт / Колумбія	9,1	12,5	11,0	5,6	6,7	10,5	8,9	6,2
1BL.1RS / 1BL.1RS								
Світанок МИР / Легенда МИР	9,1	11,5	10,5	5,8	7,1	11,4	9,7	9,3
Легенда МИР / Світанок МИР	9,5	12,3	10,7	7,6	8,1	11,1	9,9	6,2
Світанок МИР / Калинова	8,0	11,3	10,4	7,6	7,2	12,1	10,3	8,8
Калинова / Світанок МИР	10,0	12,4	11,0	7,8	8,7	12,3	10,4	7,3
Калинова / Легенда МИР	11,2	13,5	12,4	6,1	9,6	13,2	11,0	15,5
Легенда МИР / Калинова	7,5	11,9	9,4	10,4	8,2	12,2	10,2	8,7
1AL.1RS / 1BL.1RS								
Експромт / Світанок МИР	10,0	12,0	10,9	5,1	8,1	11,1	9,7	6,9
Експромт / Легенда МИР	10,0	12,8	11,6	6,9	7,9	12,5	10,0	8,8
Експромт / Калинова	9,4	12,5	10,7	6,5	8,9	11,5	10,2	6,8
Золотоколоса / Легенда МИР	11,0	13,5	11,8	5,2	8,0	12,5	10,3	9,2
Золотоколоса / Калинова	9,5	11,0	10,3	5,7	8,8	13,5	10,6	7,8
Золотоколоса / Світанок МИР	9,2	11,5	10,6	6,6	7,2	11,1	9,6	7,9
Колумбія / Світанок МИР	9,0	12,7	11,0	121,0	9,0	11,1	9,9	3,4
Колумбія / Легенда МИР	9,9	11,7	11,0	5,5	8,9	11,6	10,4	6,4
Колумбія / Калинова	8,5	12,0	10,4	99,1	8,7	11,7	10,4	8,5
1BL.1RS / 1AL.1RS								
Калинова / Експромт	9,5	12,5	11,1	6,3	7,6	12,0	10,3	7,8
Калинова / Колумбія	10,4	12,2	11,4	5,5	8,0	12,6	10,3	8,9
Калинова / Золотоколоса	10,0	13,5	11,8	6,4	8,5	12,0	10,2	6,8
Світанок МИР / Колумбія	8,5	13,0	10,7	7,9	8,4	10,6	9,8	5,6
Світанок МИР / Золотоколоса	8,8	13,0	10,9	8,9	7,2	10,7	9,4	8,2
Світанок МИР / Експромт	9,8	14,0	11,3	7,5	7,5	12,1	10,2	7,5
Легенда МИР / Золотоколоса	9,5	13,0	11,4	6,9	8,2	11,9	10,0	7,6
Легенда МИР / Експромт	10,8	13,0	11,5	4,6	7,9	11,5	9,7	7,2
Легенда МИР / Колумбія	10,2	12,3	11,1	6,5	6,9	10,7	9,2	6,8

**Примітка.** МИР – Миронівський, Миронівська

Калинова / Легенда Миронівська (15,5 %), у решти гібридів цей показник був проміжним.

За результатами аналізу довжини головного колоса гібридів F<sub>1</sub> у 2016 р. надомінування виявили у 8 (26,7 %) гібридних комбінацій: Золотоколоса / Експромт, Колумбія / Експромт (1AL.1RS / 1AL.1RS); Експромт / Легенда Миронівська, Золотоколоса / Легенда Миронівська (1AL.1RS / 1BL.1RS); Калинова / Золотоколоса, Легенда Миронівська / Золотоколоса,

Легенда Миронівська / Експромт (1BL.1RS / 1AL.1RS); Калинова / Легенда Миронівська (1BL.1RS / 1BL.1RS); частково позитивне домінування – у 3 (10,0 %), проміжне успадкування – у 7 (23,3 %), часткове від'ємне успадкування – у 1 (3,3 %), депресію – у 11 (36,7 %) (табл. 3). Позитивне (0,09–10,64 %) значення гіпотетичного гетерозису (Ht) мали 16 (53,3 %) досліджуваних комбінацій, а істинного (Hbt) (0,26–10,48 %) – 8 (26,7 %). Найвищий ефект гіпотетичного (10,64 %) та істинного (10,48 %) гетерозису мала комбінація Калинова / Легенда Миронівська, батьківські форми якої є носіями ПЖТ 1BL.1RS.

**Таблиця 3. Гетерозис і ступінь фенотипового домінування за довжиною головного колоса у гібридів F<sub>1</sub> від схрещування сортів-носіїв ПЖТ (2016 р.)**

Комбінація схрещування	Показник батьківських форм, см		Показник гібрида F <sub>1</sub> , см	Гетерозис, %		Ступінь домінування	
	P <sub>1</sub> *	P <sub>2</sub> **		гіпотетичний (Ht)	істинний (Hbt)	Hr	група
1AL.1RS / 1AL.1RS							
Золотоколоса / Колумбія	11,12	11,50	11,30	-0,26	-2,08	-0,14	ЧВУ
Колумбія / Золотоколоса	11,50	11,12	10,70	-5,56	-7,28	-3,00	Д
Золотоколоса / Експромт	11,12	11,5	11,60	5,42	0,82	1,53	НД
Експромт / Золотоколоса	11,5	11,12	11,10	-1,86	-3,48	-1,11	Д
Колумбія / Експромт	11,50	11,5	11,80	10,23	6,58	9,00	НД
Експромт / Колумбія	11,5	11,50	11,05	-2,69	-4,29	-1,61	Д
1BL.1RS / 1BL.1RS							
Світанок Миронівський / Легенда Миронівська	10,00	11,16	10,46	-1,13	-6,27	-0,21	ПУ
Легенда Миронівська / Світанок Миронівський	11,16	10,00	10,68	0,98	-4,27	0,18	ПУ
Світанок Миронівський / Калинова	10,00	11,20	10,37	-2,26	-7,50	-0,40	ПУ
Калинова / Світанок Миронівський	11,20	10,00	11,04	4,15	-1,43	0,73	ЧГД
Калинова / Легенда Миронівська	11,20	11,16	12,40	10,64	10,45	59,50	НД
Легенда Миронівська / Калинова	11,16	11,20	9,44	-15,54	-15,69	-86,88	Д
1AL.1RS / 1BL.1RS							
Експромт / Світанок Миронівський	11,5	10	10,90	1,58	-5,04	0,23	ПУ
Експромт / Легенда Миронівська	11,5	11,16	11,64	2,74	1,22	1,82	НД
Експромт / Калинова	11,5	11,20	10,69	-5,77	-7,00	-4,37	Д
Золотоколоса / Легенда Миронівська	11,12	11,16	11,78	5,75	5,56	32,00	НД
Золотоколоса / Калинова	11,12	11,20	10,50	-6,36	-6,70	-17,75	Д
Золотоколоса / Світанок Миронівський	11,12	10,00	10,59	0,28	-4,77	0,05	ПУ
Колумбія / Світанок Миронівський	11,50	10,00	11,01	2,18	-4,64	0,31	ПУ
Колумбія / Легенда Миронівська	11,50	11,16	11,00	-3,35	-4,94	-2,00	Д
Колумбія / Калинова	11,50	11,20	10,37	-8,80	-10,14	-5,88	Д

Продовження таблиці 3.

Комбінація схрещування	Показник батьківських форм, см		Показник гібрида $F_1$ , см	Гетерозис, %		Ступінь домінування	
	$P_1^*$	$P_2^{**}$		гіпотетичний (Ht)	істинний (Hbt)	Hr	група
1BL.1RS / 1AL.1RS							
Калинова / Експромт	11,20	11,50	11,05	-2,60	-3,87	-1,97	Д
Калинова / Колумбія	11,20	11,50	11,40	0,09	-1,39	0,06	ПУ
Калинова / Золотоколоса	11,20	11,12	11,75	5,29	4,91	14,75	НД
Світанок Миронівський / Колумбія	10,00	11,50	10,72	-0,51	-7,15	-0,07	Д
Світанок Миронівський / Золотоколоса	10,00	11,12	10,89	3,08	-2,11	0,58	ЧПД
Світанок Миронівський / Експромт	10,00	11,50	11,31	5,16	-1,70	0,74	ЧПД
Легенда миронівська / Золотоколоса	11,16	11,12	11,40	1,98	1,80	11,06	НД
Легенда Миронівська / Експромт	11,16	11,50	11,53	1,77	0,26	1,18	НД
Легенда Миронівська / Колумбія	11,16	11,50	11,07	-2,47	-4,07	-1,47	Д

**Примітка.** \*  $P_1$  – материнська форма, \*\*  $P_2$  – батьківська форма

У 2017 р. наддомінування спостерігали у 11 (36,7 %) гібридів першого покоління: Золотоколоса / Колумбія, Колумбія / Золотоколоса, Золотоколоса / Експромт, Експромт / Золотоколоса, Колумбія / Експромт (1AL.1RS / 1AL.1RS); Експромт / Світанок Миронівський, Золотоколоса / Світанок Миронівський, Колумбія / Світанок Миронівський (1AL.1RS / 1BL.1RS); Світанок Миронівський / Колумбія, Світанок Миронівський / Золотоколоса, Світанок Миронівський / Експромт (1BL.1RS / 1AL.1RS); часткове позитивне домінування – у 3 (10 %), проміжне успадкування – у 14 (46,7 %), часткове від'ємне успадкування – у 1 (3,3 %), депресію – у 1 (3,3 %) (табл. 4). Позитивне (1,04–15,59 %) значення гіпотетичного гетерозису (Ht) мали 24 (80,0 %) досліджувані комбінації схрещування, а істинного гетерозису (Hbt) (0,60–11,80 %) – 10 (23,3 %). Найвищий ефект гіпотетичного (15,59 %) та істинного гетерозису (11,80 %) мала комбінація Світанок Миронівський / Експромт, батьківські форми якої є носіями ПЖТ 1BL.1RS та 1AL.1RS.

За результатами аналізу (2016, 2017 рр.) довжини головного коло-са у гібридів  $F_1$  від схрещування сортів-носіїв ПЖТ виявлено гібридні комбінації, які забезпечили наддомінування (гетерозис) та часткове позитивне домінування: Золотоколоса / Експромт, Колумбія / Експромт (1AL.1RS / 1AL.1RS), Золотоколоса / Легенда Миронівська (1AL.1RS / 1BL.1RS), Світанок Миронівський / Золотоколоса, Світанок Миронівський / Експромт (1BL.1RS / 1AL.1RS), Калинова / Легенда Миронівська

Таблиця 4. Гетерозис і ступінь фенотипового домінування за довжиною головного колоса у гібридів F<sub>1</sub> схрещування сортів-носіїв ПЖТ (2017 р.)

Комбінація схрещування	Показники батьківських форм, см		Показник гібрида F <sub>1</sub> , см	Гетерозис, %		Ступінь домінування	
	P <sub>1</sub> *	P <sub>2</sub> **		гіпотетичний (Ht)	істинний (Hbt)	Hр	група
1AL.1RS / 1AL.1RS							
Золотоколоса / Колумбія	9,09	9,14	9,56	3,13	1,70	2,23	НД
Колумбія / Золотоколоса	9,14	9,09	9,55	3,04	2,33	2,17	НД
Золотоколоса / Експромт	9,09	8,49	9,46	5,65	0,60	1,12	НД
Експромт / Золотоколоса	8,49	9,40	10,10	12,87	7,47	2,56	НД
Колумбія / Експромт	9,14	8,49	9,86	11,87	7,88	3,21	НД
Експромт / Колумбія	8,49	9,14	8,93	-0,28	-2,21	0,38	ПУ
1BL.1RS / 1BL.1RS							
Світанок Миронівський / Легенда Миронівська	9,09	10,52	9,66	-1,51	-8,19	-0,21	ПУ
Легенда Миронівська / Світанок Миронівський	10,52	9,09	9,91	1,04	-5,82	0,14	ПУ
Світанок Миронівський / Калинова	9,09	11,12	10,27	1,70	-7,63	0,17	ПУ
Калинова / Світанок Миронівський	11,12	9,09	10,36	2,55	-6,85	0,25	ПУ
Калинова / Легенда Миронівська	11,12	10,52	11,01	1,77	-0,97	0,64	ЧПД
Легенда Миронівська / Калинова	10,52	11,12	10,25	-5,30	-7,86	-1,91	Д
1AL.1RS / 1BL.1RS							
Експромт / Світанок Миронівський	8,49	9,09	9,71	10,47	6,84	3,09	НД
Експромт / Легенда Миронівська	8,49	10,52	9,96	4,69	-5,40	0,44	ПУ
Експромт / Калинова	8,49	11,12	10,23	4,26	-8,02	0,32	ПУ
Золотоколоса / Легенда Миронівська	9,09	10,52	10,29	3,33	-2,20	0,59	ЧПД
Золотоколоса / Калинова	9,09	11,12	10,59	3,26	-4,73	0,39	ПУ
Світанок Миронівський	9,09	9,09	9,58	3,66	1,89	2,11	НД
Колумбія / Світанок Миронівський	9,14	9,09	9,91	8,78	8,47	30,77	НД
Колумбія / Легенда Миронівська	9,14	10,52	10,43	6,06	-0,93	0,86	ЧПД
Колумбія / Калинова	9,14	11,12	10,40	2,63	-6,51	0,27	ПУ
1BL.1RS / 1AL.1RS							
Калинова / Експромт	11,12	8,49	10,29	4,91	-7,45	0,37	ПУ
Калинова / Колумбія	11,12	9,14	10,34	2,05	-7,03	0,21	ПУ
Калинова / Золотоколоса	11,12	9,09	10,24	-0,23	-7,95	-0,03	ПУ
Світанок Миронівський / Колумбія	9,09	9,14	9,78	7,31	7,01	25,62	НД
Світанок Миронівський / Золотоколоса	9,09	9,40	9,43	2,01	0,28	1,16	НД
Світанок Миронівський / Експромт	9,09	8,49	10,16	15,59	11,80	4,60	НД
Легенда Миронівська / Золотоколоса	10,52	9,09	9,96	-0,04	-5,40	-0,01	ПУ
Легенда Миронівська / Експромт	10,52	8,49	9,66	1,62	-8,17	0,15	ПУ
Легенда Миронівська / Колумбія	10,52	9,14	9,22	-6,19	-12,38	-0,9	ЧВУ

**Примітка.** \* P<sub>1</sub> – материнська форма, \*\* P<sub>2</sub> – батьківська форма



(1BL.1RS / 1BL.1RS). Батьківськими компонентами у більшості з них були сорти пшениці озимої Золотоколоса, Колумбія, Експромт, які містять 1AL.1RS транслокацію (табл. 5).

**Таблиця 5. Гетерозис та успадкування довжини головного колоса у гібридів F<sub>1</sub> від схрещування сортів-носіїв ПЖТ (2016, 2017 рр.)**

Комбінація схрещування	2016				2017			
	Гетерозис гіпотетичний (Ht), %	Гетерозис істинний (Hbt), %	Ступінь домінування		Гетерозис гіпотетичний (Ht), %	Гетерозис істинний (Hbt), %	Ступінь домінування	
			Hp	група			Hp	група
1AL.1RS / 1AL.1RS								
Золотоколоса / Експромт	5,42	0,82	1,42	НД	5,65	0,60	1,12	НД
Колумбія / Експромт	10,23	6,58	3,52	НД	11,87	7,88	3,21	НД
1BL.1RS / 1BL.1RS								
Калинова / Легенда МИР	10,64	10,45	59,50	НД	1,77	-0,97	0,64	ЧПД
AL.1RS / 1BL.1RS								
Золотоколоса / Легенда МИР	5,75	5,56	32,00	НД	3,33	-2,20	0,59	ЧПД
1BL.1RS / 1AL.1RS								
Світанок МИР / Золотоколоса	3,08	-2,11	0,58	ЧПД	2,01	0,28	1,16	НД
Світанок МИР / Експромт	5,16	-1,70	0,74	ЧПД	11,80	15,59	4,60	НД

**Примітка.** МИР – Миронівський, Миронівська

**Висновки.** Використання за батьківські компоненти схрещувань сортів пшениці озимої, які є носіями пшенично-житніх транслокацій, впливає на довжину головного колоса, що забезпечило у F<sub>1</sub> різний ступінь домінування: наддомінування (гетерозис) – депресія.

Наддомінування довжини головного колоса у 2016 р. спостерігали у 26,7 % гібридів першого покоління комбінацій схрещування Золотоколоса / Експромт, Колумбія / Експромт (1AL.1RS / 1AL.1RS); Експромт / Легенда Миронівська, Золотоколоса / Легенда Миронівська (1AL.1RS / 1BL.1RS); Калинова / Золотоколоса, Легенда Миронівська / Золотоколоса, Легенда Миронівська / Експромт (1BL.1RS / 1AL.1RS); Калинова / Легенда Миронівська (1BL.1RS / 1BL.1RS); у 2017 р. – у 36,7 % гібридів комбінацій Золотоколоса / Колумбія, Колумбія / Золотоколоса, Золотоколоса / Експромт, Експромт / Золотоколоса, Колумбія / Експромт (1AL.1RS / 1AL.1RS); Експромт / Світанок Миронівський, Золотоколоса / Світанок Миронівський, Колумбія / Світанок Миронівський (1AL.1RS / 1BL.1RS); Світанок Миронівський / Колумбія, Світанок Миронівський / Золотоколоса, Світанок Миронівський / Експромт (1BL.1RS / 1AL.1RS).

За результатами аналізу 2016, 2017 рр. виявлено достовірно більшу довжину головного колоса та гетерозис у гібридів  $F_1$  від схрещування сортів-носіїв ПЖТ Золотоколоса / Експромт, Колумбія / Експромт (1AL.1RS / 1AL.1RS), Золотоколоса / Легенда Миронівська (1AL.1RS / 1BL.1RS), Світанок Миронівський / Золотоколоса, Світанок Миронівський / Експромт (1BL.1RS / 1AL.1RS), Калинова / Легенда Миронівська (1BL.1RS / 1BL.1RS).

Наддомінування і часткове позитивне домінування та вищий рівень гетерозису довжини головного колоса виявлено у більшості комбінацій, батьківськими компонентами в яких були сорти пшениці озимої Золотоколоса, Колумбія, Експромт, що містять 1AL.1RS транслокацію.

### Список використаних джерел

1. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солона В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка : [б. в.], 2012. 330 с.
2. Friebe B., Raupp W. J., Gill B. S. Alien genes in wheat improvement. *Wheat in a Global Environment* : Proc. 6<sup>th</sup> Intern. Wheat Conference (Budapest, Hungary, 5–9 June 2000). Springer Netherlands, 2001. P. 709–720.
3. Graybosch R. A., Peterson C. J., Hansen L. E., Worrall D., Shelton D. R., Lukaszewski A. J. Comparative flour quality and protein characteristics of 1BL/1RS and 1AL/1RS wheat-rye translocation lines. *J. Cereal Sci.* 1993. Vol. 17, Iss. 2. P. 95–106. doi: 10.1006/jcrs.1993.1010
4. Rabinovich S. V. Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L. *Euphytica*. 1998. Vol. 100, Iss.1–3. P. 323–340. doi: 10.1023/A:1018361819215
5. Sebesta E. E., Wood E. A. Transfer of greenbug resistance from rye to wheat with X-rays. *Agron. Abstr. ASA, Medison, WI*, 1978. P. 61–62.
6. Созинов А. А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. Москва : Наука, 1985. 272 с.
7. Singh N. K., Shepherd K.W., McIntosh R. A. Linkage mapping of genes for resistance to leaf, stem and stripe rust and  $\omega$ -secalins on the short arm of rye chromosome 1R. *Theor. Appl. Genet.* 1990. Vol. 80, Iss. 5. P. 609–616. doi: 10.1007/BF00224219
8. McIntosh R. A., Hart G. E., Gale M. D. Catalogue of gene symbols for wheat. *Proc. of the 8<sup>th</sup> International Wheat Genetic Symposium* (Beijing, China, 19–24 July, 1993) / ed. by Z.S. Li, Z.Y. Xin. 1993. Vol. 2. P. 1333–1500.
9. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Appels R., Xia X. C. Catalogue of gene symbols for wheat. *12<sup>th</sup> International Wheat Genetic Symposium* (Yokohama, Japan, 8–13 Sept., 2013). 2013. 31 p.
10. Barro F., Barcelo P., Lazzeri P. A., Shewry P. R., Ballesterous J., Martin A. Functional properties of flours from field grown transgenic wheat lines expressing the HMW glutenin subunits 1Ax1 and 1Dx5 genes. *Mol. Breeding*. 2003. Vol. 12, Iss. 3. P. 223–229.
11. Козуб Н. О., Созинов І. О., Колючий В. Т., Власенко В. А., Собко Т. О., Созинов О. О. Ідентифікація 1AL/1RS транслокації у сортів м'якої пшениці української селекції. *Цитология и генетика*. 2005. Т. 39, № 4. С. 20–24.
12. Власенко В. А. Стійкість проти грибних хвороб сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Селекція та генетика сільськогосподарських рослин: традиції та перспективи (до 100-річчя СГП – НЦНС)* : Тези Міжнародної наукової конференції (м. Одеса, 17–19 жовтня 2012 р.). Одеса : [б. в.], 2012. С. 229–230.

13. Зайцева Г. П., Акинина Г. Е., Твердохлеб Е. В., Дугарь Ю. Н., Попов В. Н. Определение Lr генев в сортах пшеницы мягкой озимой украинской селекции. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ : Логос, 2014. Т. 14. С. 150–152.
14. Kim W., Johnson J. W., Baenziger P. S., Lukaszewski A. J., Gaines C. S. Agronomic effect of wheat-rye translocation carrying rye chromatin (1R) from different sources. *Crop Sci.* 2004. Vol. 44, No. 4. P. 1254–1258. doi:10.2135/cropsci2004.1254
15. Hoffmann B. Alteration of drought tolerance of winter wheat caused by translocation of rye chromosome segment 1RS. *Cereal Res. Commun.* 2008. Vol. 36, No. 2. P. 269–278. doi: 10.1556/CRC.36.2008.2.7
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
17. Matzinger D. F., Mann T. J., Cockerham C. C. Diallel crosses in *Nicotiana tabacum*. *Crop Sci.* 1962. Vol. 2, No. 5. P. 383–386. doi:10.2135/cropsci1962.0011183X000200050006x
18. Fonseca S., Patterson F. L. Hybrid vigor in a seven-parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Sci.* 1968. Vol. 8, No. 1. P. 85–88. doi:10.2135/cropsci1968.0011183X000800010025x
19. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics.* 1950. Vol. 35, Iss. 3. P. 303–321.
20. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa St. J. Sci.* 1965. Vol. 39, No. 3. P. 345–348.

## References

1. 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].
2. Friebe, B., Raupp, W. J., & Gill, B. S. (2001). Alien genes in wheat improvement. In *Wheat in a Global Environment: Proc. 6<sup>th</sup> Intern. Wheat Conference* (pp. 709–720). June 5–9, 2000, Budapest, Hungary.
3. Graybosch, R. A., Peterson, C. J., Hansen, L. E., Worrall, D., Shelton, D. R., & Lukaszewski, A. J. (1993). Comparative flour quality and protein characteristics of 1BL/1RS and 1AL/1RS wheat-rye translocation lines. *J. Cereal Sci.*, 17(2), 95–106. doi: 10.1006/jcres.1993.1010
4. Rabinovich, S. V. (1998). Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L. *Euphytica*, 100(1–3), 323–340. doi: 10.1023/A:1018361819215
5. Sebesta, E. E., & Wood, E. A. (1978). Transfer of greenbug resistance from rye to wheat with X-rays. *Agron. Abstr.* (pp. 61–62). ASA, Medison, WI.
6. Sozinov, A. A. (1985). *Polimorfizm belkov i yego znacheniye v genetike i selektsii* [Polymorphism of Proteins and its Importance in Genetics and Breeding]. Moscow: Nauka. [in Russian]
7. Singh, N. K., Shepherd, K. W., & McIntosh, R. A. (1990). Linkage mapping of genes for resistance to leaf, steam and stripe rust and secalins on the short arm of rye chromosome 1R. *Theor. Appl. Genet.*, 80(5), 609–616. doi: 10.1007/BF00224219
8. McIntosh, R. A., Hart, G. E., & Gale, M. D. (1993). Catalogue of gene symbols for wheat. In Z. S. Li, & Z. Y. Xin (Eds.), *Proc. of the 8<sup>th</sup> Intern. Wheat Genet. Symp.* (Vol. 2, pp. 1333–1500). July 19–24, 1993, Beijing, China.
9. McIntosh, R. A., Yamazaki, Y., Dubcovsky, J., Rogers, J., Morris, C., Appels, R., & Xia, X. C. (2013). Catalogue of gene symbols for wheat. In N. E. Pogna, M. Romano, & G. Galterio (Eds.), *Proc. of the 12<sup>th</sup> Intern. Wheat Genet. Symp.* (31 p.). September 8–13, 2013, Yokohama, Japan.

10. Barro, F., Barcelo, P., Lazzeri, P. A., Shewry, P. R., Ballesteros, J., & Martin, A. (2003). Functional properties of flours from field grown transgenic wheat lines expressing the HMW glutenin subunits 1Ax1 and 1Dx5 genes. *Mol. Breeding*, 12(3), 223–229.
11. Kozub, N. O., Sozinov, I. O., Koliuchyi, V. T., Vlasenko, V. A., Sobko, T. O., & Sozinov, O. O. (2005). *Identyfikatsiia 1AL/1RS translokatsii u sortiv miakiv pshenytsi ukrainskoi selektsii* [Identification 1AL/1RS translocations in common wheat varieties of Ukrainian breeding]. *Tsitologii i genetika* [Cytology and Genetics], 39(4), 20–24. [in Ukrainian]
12. Vlasenko, V. A. (2012). Resistance power to diseases of modern cultivars of bread winter wheat in the conditions of north-eastern part Forest-Steppe of Ukraine. In *Selektsiia ta henetyka silskohospodarskykh roslyn: tradytsii ta perspektyvy (do 100-richchia SHI – NTsNS: tezy Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii)* [Breeding and Genetics of Agricultural Plants: Traditions and Prospects (to 100<sup>th</sup> anniversary of Plant Breeding & Genetics Institute – National Centre of Seed and Cultivar Investigation: abstracts of the Int. Sci. Conf.]. (pp. 229–230). October 17–19, 2012, Odesa, Ukraine. [in Ukrainian]
13. Zaitseva, G. P., Akinina, G. Ye., Tverdokhle, E. V., Dugar, Yu. M., & Popov, V. N. (2014). Determination of Lr genes in soft winter wheat varieties of Ukrainian selection. *Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv* [Factors in Experimental Evolution of Organisms], 14, 150–152. [in Russian]
14. Kim, W., Johnson, J. W., Baenziger, P. S., Lukaszewski, A. J., & Gaines, C. S. (2004). Agronomic effect of wheat-rye translocation carrying rye chromatin (1R) from different sources. *Crop Sci.*, 44(4). P. 1254–1258.
15. Hoffmann, B. (2008). Alteration of drought tolerance of winter wheat caused by translocation of rye chromosome segment 1RS. *Cereal Res. Commun.*, 36(2). P. 269–278. doi: 10.1556/CRC.36.2008.2.7
16. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of Field Experiment (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)]. (5<sup>th</sup> ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
17. Matzinger, D. F., Mann, T. J., & Cockerham, C. C. (1962). Diallel crosses in *Nicotiana tabacum*. *Crop Sci.*, 2(5), P. 383–386. doi:10.2135/cropsci1968.0011183X000800010025x
18. Fonseca, S., & Patterson, F. L. (1968). Hybrid vigor in a seven-parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Sci.*, 8(1), 85–88. doi:10.2135/cropsci1968.0011183X000800010025x
19. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35(3), 303–321.
20. Beil, G. M., & Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa St. J. Sci.*, 39(3), 345–348.

## **Длина главного колоса у гибридов F<sub>1</sub> *Triticum aestivum* L., созданных с участием носителей пшенично-ржаных транслокаций**

**Дубовик Н. С.**

**Гуменюк А. В.**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Кириленко В. В.**, доктор сельскохозяйственных наук

Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН

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

e-mail: mwheats@ukr.net

**Цель.** Определить характер наследования длины главного колоса гибридами первого поколения от скрещивания сортов пшеницы мягкой озимой, являющихся носителями пшенично-ржаных транслокаций (ПРТ). **Методика.** В 2016 и 2017 гг. проявляе-

ние гетерозиса определяли по D. F. Matzinger et al. и S. Fonseca, F. Patterson, степень фенотипического доминирования – по B. Griffing. Полученные данные группировали по классификации G. M. Beil, R. E. Atkins. **Результаты.** У гибридов  $F_1$  выявлена значительная дифференциация по длине главного колоса. В группе скрещиваний 1AL.1RS / 1AL.1RS коэффициент вариации был низким ( $< 9,3\%$ ) как в 2016 г., так и в 2017 г. В 2016 г. выявлено сильное варьирование длины главного колоса в группе 1AL.1RS / 1BL.1RS. В группе 1BL.1RS / 1AL.1RS отмечали незначительные изменения ( $< 8,9\%$ ) данного признака. В 2017 г. в группе скрещиваний 1BL.1RS / 1BL.1RS наблюдали увеличение коэффициента вариации по длине колоса в гибридной комбинации Калинова / Легенда Миронівська (15,5%), у остальных гибридов этот показатель был средним. В 2016 г. сверхдоминирование длины главного колоса выявили у 26,7% гибридных комбинаций, в 2017 г. – у 36,7%. По результатам анализа гибридов  $F_1$  в 2016 и 2017 гг. установили достоверно большую длину главного колоса и более высокий уровень гетерозиса у генотипов Золотоколоса / Экспромт, Колумбія / Экспромт (1AL.1RS / 1AL.1RS), Золотоколоса / Легенда Миронівська (1AL.1RS / 1BL.1RS); Світанок Миронівський / Золотоколоса, Світанок Миронівський / Экспромт (1BL.1RS / 1AL.1RS); Калинова / Легенда Миронівська (1BL.1RS / 1BL.1RS). **Выводы.** При использовании носителей ПРТ у гибридов  $F_1$  обнаружена разная степень доминирования признака «длина главного колоса»: от сверхдоминирования (гетерозис) до депрессии. Сверхдоминирование, частичное положительное доминирование и более высокий уровень гетерозиса установлены в большинстве комбинаций, родительскими компонентами которых являются сорта пшеницы мягкой озимой Золотоколоса, Колумбія, Экспромт, содержащие 1AL.1RS транслокацию.

**Ключевые слова:** пшеница мягкая озимая, комбинации скрещивания, пшенично-ржаные транслокации, длина главного колоса, наследование, гетерозис

## Main spike length in hybrids $F_1$ *Triticum aestivum* L. created with the participation of carriers of wheat-rye translocations

Dubovyk N. S.

Humeniuk O. V., Candidate of Agricultural Sciences

Kyrylenko V. V., Doctor of Agricultural Sciences

*The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS*

*Tsentralne village, Myronivka district, Kyiv region, 08853, Ukraine*

*e-mail: mwheats@ukr.net*

**Purpose.** To determine inheritance pattern of main spike length in  $F_1$  hybrids resulted from crossing bread winter wheat varieties being carriers of wheat-rye translocations (WRT). **Methods.** In 2016, 2017, manifestation of heterosis was determined by Matzinger et al. and S. Fonseca, F. Patterson, degree of phenotypic dominance was estimated according to B. Griffing. The data obtained were grouped according to the classification of G. M. Beil, R. E. Atkins. **Results.** In the  $F_1$  hybrids considerable differentiation on main spike length was found. In the group of crossing 1AL.1RS / 1AL.1RS coefficient of variation was low ( $< 9.3\%$ ) in both 2016 and 2017. In 2016, there was found strong variation of main spike length in the group 1AL.1RS / 1BL.1RS. In the group 1BL.1RS / 1AL.1RS insignificant variation ( $< 8.9\%$ ) of this trait was noted. In 2017, in the group of crossing 1BL.1RS / 1BL.1RS increase of coefficient of variation of main spike length in Kalynova / Lehenda Myronivska (15.5%) was observed, while in other hybrids this index was intermediate. In 2016, overdomination of main spike length was found in 26.7% hybrid combinations and in 36.7% in 2017. Resulted from  $F_1$  hybrid analysis in 2016 and 2017, reliably more length of main spike and its heterosis in the genotypes Zolotokolosa / Ekspromt, Kolumbiia / Ekspromt (1AL.1RS / 1AL.1RS), Zolotokolosa / Lehenda Myronivska (1AL.1RS / 1BL.1RS), Svitank Myronivskyi / Zolotokolosa, Svita-

nok Myronivskyi / Eksprompt (1BL.1RS / 1AL.1RS), Kalynova / Lehenda Myronivska (1BL.1RS / 1BL.1RS) has been determined. **Conclusions.** By using WRT carriers in  $F_1$  hybrids, different levels of dominance of the trait main spike length: from overdomination (heterosis) to depression were detected. Overdomination, partial positive dominance and higher level of heterosis have been established in most combinations when crossing the winter wheat varieties Kolumbiia, Eksprompt carrying the 1AL.1RS translocation.

**Key words:** *bread winter wheat, combinations of crossing, wheat-rye translocations, main spike length, inheritance, heterosis*