

Характер успадкування висоти рослин у F_1 *Triticum aestivum* L. за використання пшенично-житніх транслокацій в умовах Центрального Лісостепу України

Дубовик Н. С.

Кириленко В. В., доктор сільськогосподарських наук

Гуменюк О. В., кандидат сільськогосподарських наук

Вологдіна Г. Б., кандидат сільськогосподарських наук

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН
Україна, 08853, с. Центральне, Миронівський район Київської обл.
e-mail: verakurulenko@ukr.net

Мета. Встановити характер успадкування висоти рослин гібридами першого покоління від схрещування між собою сортів *Triticum aestivum* L., що є носіями пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ). **Методи.** Дослідження проводили у 2016, 2017 рр. в Миронівському інституті пшениці на 30 гібридних комбінаціях від схрещування сортів-носіїв ПЖТ. Ступінь фенотипового домінування висоти рослин визначали за формулою В. Griffing; групували – за G. M. Beil, R. E. Atkins; прояв гетерозису – за D. F. Matzinger et al. та S. Fonseca, F. Patterson. **Результати.** Встановлено прояв депресії за висотою рослин у посушливому 2017 р. практично для чверті (сім) гібридів, тоді як за більш сприятливих метеорологічних умов 2016 р. відзначали наддомінування короткостебловості у гібридних комбінаціях Калинова 1BL.1RS / Легенда Миронівська 1BL.1RS, Золотоколоса 1AL.1RS / Колумбія 1AL.1RS та Колумбія 1AL.1RS / Золотоколоса 1AL.1RS. У 2017 р. частковим від'ємним успадкуванням характеризувалась одна гібридна комбінація. Незалежно від погодних умов року позитивне наддомінування (збільшення висоти рослин) спостерігали у шести гібридних комбінаціях, які мали високі значення коефіцієнтів як істинного, так і гіпотетичного гетерозису. Перевищення висоти рослин гібридів порівняно із середнім значенням цього показника обох батьків зазначили в умовах 2016 р. у 73,3 % досліджуваних гібридних комбінацій, а у несприятливому 2017 р. – у 63,3 %. Більше таких випадків було у групах схрещувань 1AL.1RS / 1BL.1RS і 1BL.1RS / 1AL.1RS. Гетерозис за висотою рослин визначили практично для половини гібридних комбінацій у групах схрещувань 1AL.1RS / 1BL.1RS (за два роки) і 1BL.1RS / 1AL.1RS (у 2016 р.). За два роки досліджень депресію ознаки «висота рослин» встановлено у гібридів, створених із залученням за материнську форму сорту Колумбія 1AL.1RS при схрещуванні з сортом Золотоколоса 1AL.1RS, а також у гібридної комбінації Калинова 1BL.1RS / Легенда Миронівська 1BL.1RS. **Висновки.** Використання у схрещуваннях сортів-носіїв ПЖТ, які мають різну висоту рослин, дало можливість отримати у F_1 різний ступінь домінування: від наддомінування (гетерозис) до депресії.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, комбінація схрещування, пшенично-житня транслокація, висота рослин, успадкування, гетерозис

Вступ. Створення нових високоврожайних сортів пшениці м'якої озимої, що поєднуюватимуть у своїй генетичній структурі найцінніше від генофонду виду, є одним з основних перспективних напрямів селекції. Урожайність – складна кількісна ознака, що залежить від ступеня вираження окремих елементів продуктивності, які в більшості випадків успадковуються незалежно один від одного [1].

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Дослідження характеру мінливості селекційних ознак у системі «батьки-нащадки» на основі біометричного аналізу дає можливість оцінити характер їхнього успадкування, встановити ефект гетерозису та ступінь домінування цінних господарських ознак у гібридів. Використання ступеня фенотипового домінування дає змогу підвищити ефективність селекційної роботи завдяки швидкій оцінці гібридних поколінь пшениці [2]. Дослідження типів фенотипового успадкування ознак у F_1 надає інформацію про характер їхнього генетичного контролю і дає можливість орієнтовно спрогнозувати ефективність доборів у наступних поколіннях гібридів.

Висота рослин є генетично зумовленою ознакою, однак на формування її у конкретного сорту пшениці озимої впливають кліматичні фактори середовища [1]. Відомо, що збільшення врожайності зерна при незмінному загальному біологічному врожаї пов'язується саме з перерозподілом висоти стебла в зернову частину за рахунок зменшення частки соломи. За однакових умов у короткостеблових сортів порівняно з високорослими більше асимілятів надходить у зерно, а не у стебла та листя. У сучасних селекційних програмах пшениці м'якої озимої однією із основних ознак моделі сорту, що лімітують високу врожайність, є недостатня стійкість до вилягання [3]. Стійкість рослин до вилягання підвищується шляхом зменшення довжини стебла та збільшення його міцності [4].

Методи добору генотипів для використання в селекції залежать від особливостей успадкування ознаки, гібридного покоління, умов середовища та інших факторів [5]. Добір середньорослих біотипів можна проводити як у ранніх, так і пізніх поколіннях, а добір низькорослих бажано починати з F_1 , оскільки їхня частота в наступних генераціях зна-

чно змінюється. Довжина стебла характеризується високим успадкуванням і досягає максимуму вже у перших поколіннях гібридних популяцій. Унаслідок різких змін факторів довкілля в різні роки (через варіювання погодних умов) з огляду на генотип-середовищні взаємодії можуть змінюватися ранги сортів. Генетично детермінована полігенна ознака «висота рослини» зазнає значного фенотипового варіювання залежно від умов вирощування [5, 6].

Для створення сортів пшениці озимої, які б відповідали вимогам сучасного сільськогосподарського виробництва, насамперед необхідно мати вихідний матеріал з відповідними ознаками та властивостями. Завдяки такому вихідному матеріалу нові сорти можуть створюватись у стислі строки, оскільки виробництво потребує якомога швидшої сортозміни на різні за генетичним походженням більш стійкі до абіо- та біотичних чинників та з перевагами за якістю генотипи. Тому необхідно залучати нові генетичні джерела селекційних ознак, зокрема невичерпний генофонд носіїв пшенично-житніх транслокацій, які вводяться у геном пшениці та підвищують її стійкість до несприятливих чинників довкілля.

Мета досліджень – встановити прояв гетерозису та характер успадкування висоти рослин у гібридів F_1 від схрещування між собою сортів пшениці м'якої озимої, що є носіями пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ).

Матеріал і методика. За вегетаційний період 2015/16 р. середньорічна температура повітря становила 10,3 °С, що на 2,3 °С перевищує багаторічний показник (8,3 °С). Абсолютний максимум (26,9 °С) відмічено у третій декаді червня, мінімум (мінус 18,3 °С) – у першій декаді січня. Сума опадів сягала 541 мм, що на 72 мм менше середньої багаторічної (613 мм). За періодами року опади розподілились наступним чином: осінь 2015 р. – 117,0 мм; зима 2015/16 р. – 142,0 мм; весна і літо 2016 р. – 164,0 мм та 88,0 мм відповідно. Найбільша кількість опадів випала у січні (72 мм), травні (92 мм) і червні (69 мм).

Погодні умови 2016/17 р. були несприятливими для росту і розвитку рослин пшениці. Особливістю був надзвичайно затяжний період осінньої вегетації внаслідок недостатнього зволоження та пониженого температурного режиму (сходи були недружними, рослини увійшли в період спокою нерозвиненими). У грудні 2016 р. спостерігали найменшу кількість опадів (18 мм). Недостатня кількість опадів у весняний та літній періоди від виходу в трубку до обмолоту (79,6 мм, середньобагаторічні дані – 204,3 мм), підвищена температура повітря (+ 22,2 °С) у період наливу зерна та малі запаси продуктивної вологи в ґрунті призвели до зменшення маси 1000 зерен. За період вегетації випало 454,3 мм опадів, що на 158,7 мм нижче від багаторічної кількості. Нестачу вологи спостерігали у серпні і вересні 2016 р. (37 мм і 2 мм, або 60 і 4 % відповідно), а також у березні і червні 2017 р. (13 мм і 20 мм, або 37 % і 22 % відповідно). Надмірна кіль-

кість дощів випала у жовтні 2016 р. (74 мм, що 190 % більше середніх багаторічних показників) та липні 2017 р. (102 мм, або 120 %). Середня температура повітря цього періоду (9,0 °С) перевищувала багаторічну на 0,7 °С, але була нижчою в жовтні (6,6 °С), листопаді (1,3 °С) 2016 р. та січні (мінус 5,3 °С) 2017 р. Аномально теплими були серпень (20,9 °С), вересень (15,7 °С), листопад (1,3 °С) 2016 р. та лютий (мінус 2,7 °С), березень (6,1 °С), квітень (10,4 °С), червень (20,6 °С) 2017 р., середні температури повітря яких переважали середньомісячні багаторічні на 1,2; 1,3; 1,3; 0,7; 4,6; 1,2; 2,1 °С відповідно.

Дослідження проводили на 30 гібридних комбінаціях, створених у 2015, 2016 рр. за повною діалельною схемою схрещувань (6 / 6) сортів пшениці м'якої озимої, що є носіями ПЖТ: Експромт, Золотоколосо, Колумбів (1AL.1RS) та Калинова, Світанок Миронівський, Легенда Миронівська (1BL.1RS) [7–9].

Залежно від використання у схрещуваннях сортів-носіїв ПЖТ гібридні комбінації розподілили на чотири групи: 1AL.1RS / 1AL.1RS, 1BL.1RS / 1BL.1RS, 1AL.1RS / 1BL.1RS, 1BL.1RS / 1AL.1RS (рис.).

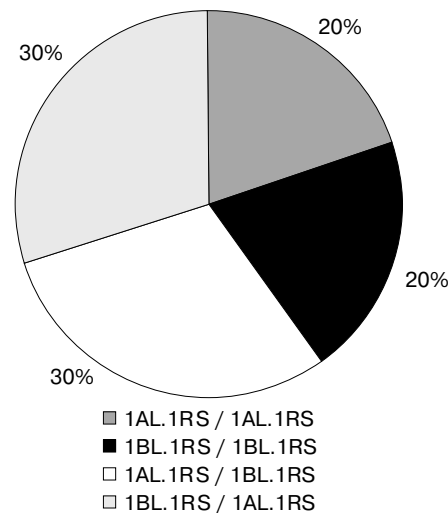


Рис. Частка гібридних комбінацій F_1 у різних групах схрещувань між собою сортів-носіїв ПЖТ (2016, 2017 рр.)

Гібридне колосся пшениці обмолочували вручну. Насіння гібридів висівали також вручну за схемою: материнська форма, гібрид, батьківська форма (запилювач). Дослідження F_1 комбінацій схрещування проводили у 2016, 2017 рр. Для максимальної ефективності досліджень за висотою рослин застосовували розріджений спосіб сівби: відстань між рослинами у рядку до 5 см, між рядками – 15–30 см. Структурний аналіз висоти рослин батьківських компонентів та F_1 комбінацій схрещування (по 25 шт.) проводили за методикою Б. О. Доспехова [10].

Ступінь фенотипового домінування у гібридних комбінаціях за цією кількісною ознакою обраховували за формулою В. Griffing [11]:

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

де h_p – 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, в якому лежить ступінь домінування (h_p), охоплює будь-які значення від $-\infty$ до $+\infty$ [12].

Дані групували за класифікацією G. M. Beil, R. E. Atkins [13]:

позитивне наддомінування (гетерозис) (НД)
 $h_p > +1$;

часткове позитивне домінування (ЧПД) $+0,5 < h_p \leq +1$;

проміжне успадкування (ПУ) $-0,5 \leq h_p \leq +0,5$;

часткове від'ємне успадкування (ЧВУ) $-1 \leq h_p < -0,5$;

негативне наддомінування (депресія) (Д)
 $h_p < -1$.

Прояв гіпотетичного (Ht) та істинного (Htb) гетерозису в гібридних комбінаціях F_1 пшениці м'якої озимої визначали за D. F. Matzinger et al. [14] та S. Fonseca, F. Patterson [15]:

$$Ht (\%) = (F_1 - MP) / MP * 100,$$

$$Htb (\%) = (F_1 - BP) / BP * 100,$$

де F_1 – середнє арифметичне значення ознаки у гібрида;

BP – найвищий прояв ознаки одного з батьків;

MP – середнє арифметичне значення показника обох батьківських форм.

Гіпотетичний гетерозис показує перевищення прояву ознаки у F_1 над середнім значенням батьківських компонентів [16], а істинний гетерозис дає змогу виявити переважання прояву ознаки у F_1 порівняно із кращою батьківською формою [17, 18]. Величина гетерозису в гібридів першого покоління пшениці може варіювати в широких межах, а виявлений його рівень не завжди дає можливість спрогнозувати появу в поколіннях, що розщеплюються, цінних трансгресивних форм, оскільки можливе виникнення міжалельної взаємодії генів у першому поколінні гібридів, що не передається у наступні генерації [19]. Тому цей показник варто використовувати в комплексі з усіма критеріями, що забезпечує більшу ефективність добору.

Обговорення результатів. За результатами проведеного біометричного аналізу досліджуваних генотипів пшениці м'якої озимої визначили ступінь фенотипового домінування за висотою рослин гібридів F_1 , зокрема її значну мінливість – від 89,50 до 115,55 см у 2016 р. та від 58,02 до 80,04 см у 2017 р.

Ступінь домінування та ефект гетерозису за висотою рослин у F_1 гібридів, створених за участю сортів-носіїв ПЖТ, обумовлені генотиповим різноманіттям вихідних компонентів схрещування, а також є результатом взаємодії генотипу з умовами навколишнього середовища. За всіма дослідженими ознаками відмічали значне варіювання ступеню домінантності (від негативного до позитивного наддомінування), що свідчить про складний характер генетичної детермінації цінних селекційних ознак.

У селекції на стійкість пшениці озимої до вилягання однією з батьківських форм обов'язково повинен бути низькорослий сорт, приміром, Світанок Миронівський (1BL.1RS). На реакцію батьківських форм і гібридів щодо висоти рослин суттєво впливав гідротермічний режим у роки досліджень. В умовах 2016 р. максимальне значення ознаки (середнє у групі схрещування 105 см) відмічали в гібридів груп схрещувань 1AL.1RS / 1BL.1RS і 1BL.1RS / 1AL.1RS (66,0 % були низькорослими), мінімальне (99 см) – 1BL.1RS / 1BL.1RS (18,1 %). У групі 1AL.1RS / 1AL.1RS більш високий рівень ознаки формували гібриди із залученням за материнську форму сорту Експромт, а у групі 1BL.1RS / 1AL.1RS менший рівень висоти – за участі сорту Світанок Миронівський.

У посушливих умовах 2017 р. батьківські форми і гібриди належали до групи напівкарликів (62–80 см) за винятком сорту Світанок Миронівський (50 см, карлик). У результаті біометричного аналізу гібридів F_1 пшениці озимої залежно від комбінацій схрещування та умов року встановлено різний характер успадкування висоти рослин – від позитивного наддомінування до депресії. Зважаючи на те, що в механізмі прояву гетерозису спостерігаються практично всі форми неалельної і алельної взаємодії генів, до сьогодні важко пояснити природу цього явища [20–22].

У третини гібридних популяцій простежували проміжне успадкування – 12 (2016 р.) і 11 (2017 р.) (табл. 1 і 2). У більш посушливому 2017 р. практично для чверті (сім) гібридів встановлено прояв депресії, тоді як за більш сприятливих метеорологічних умов 2016 р. у трьох гібридних комбінаціях відмічали наддомінування короткостебловості (Калинова 1BL.1RS / Легенда Миронівська 1BL.1RS, Золотоколоса 1AL.1RS / Колумбія 1AL.1RS та Колумбія 1AL.1RS / Золотоколоса 1AL.1RS). У 2017 р. частковим від'ємним успадкуванням характеризувалась одна гібридна комбінація. Тому цей показник варто використовувати у комплексі з іншими цінними господарськими ознаками, що забезпечить більшу ефективність добору. Незалежно від умов вирощування у гібридів F_1 відмічено домінування за висотою рослин (у 12) та визначено гетерозис (у 9) (табл. 3).

За два роки більш суттєвий гетерозисний ефект спостерігали в комбінаціях схрещувань, у яких материнською формою був сорт Експромт 1AL.1RS ($h_p = 1,09$ – $13,79$; $Ht = 7,02$ – $17,05$ %; $Htb = 0,71$ – $15,20$ %) (див. табл. 3).

Незалежно від погодних умов року позитивне наддомінування (збільшення висоти рослин) спостерігали у шести гібридних комбінацій (Експромт / Колумбія, Експромт / Світанок Миронівський, Експромт / Легенда Миронівська, Легенда Миронівська / Експромт, Золотоколоса / Легенда Миронівська, Легенда Миронівська / Золотоколоса), які мали високі значення коефіцієнтів як істинного, так і гіпотетичного гетерозису.

Таблиця 1. Ступінь фенотипового домінування (hp) і гетерозис за висотою рослин у гібридів F₁ пшениці озимої, створених за участі сортів-носіїв ПЖТ (2016 р.)

Гібридна комбінація	Висота рослин, см			Гетерозис, %		Ступінь фенотипового домінування	
	♀	♂	F ₁	гіпотетичний Ht	істинний Hbt	ступінь hp	тип успадкування
1AL.1RS / 1AL.1RS							
Золотоколоса / Колумбія	102,20	101,00	99,00	-2,56	-3,13	-4,33	Д
Колумбія / Золотоколоса	101,00	102,20	99,40	-2,17	-1,58	-3,67	Д
Золотоколоса / Експромт	102,20	98,60	99,60	-0,80	-2,54	-0,44	ПУ
Експромт / Золотоколоса	98,60	102,20	107,45	7,02	8,98	3,04	НД
Колумбія / Експромт	101,00	98,60	99,40	-0,40	-1,58	-0,31	ПУ
Експромт / Колумбія	98,60	101,00	116,35	16,58	18,00	13,79	НД
1BL.1RS / 1BL.1RS							
Світанок МИР ¹ /Легенда МИР	82,40	107,60	100,25	5,53	-6,83	0,42	ПУ
Легенда МИР /Світанок МИР	107,60	82,40	96,57	1,65	17,20	0,12	ПУ
Світанок МИР / Калинова	82,40	110,20	95,30	-1,04	-13,52	-0,07	ПУ
Калинова / Світанок МИР	110,20	82,40	97,65	1,40	-11,39	0,10	ПУ
Калинова / Легенда МИР	110,20	107,60	106,30	-2,39	-3,54	-2,00	Д
Легенда МИР / Калинова	107,60	110,20	110,76	1,71	0,51	1,43	НД
1AL.1RS / 1BL.1RS							
Експромт / Світанок МИР	98,60	82,40	99,30	9,72	0,71	1,09	НД
Експромт / Легенда МИР	98,60	107,60	111,80	8,44	3,90	1,93	НД
Експромт / Калинова	98,60	110,20	105,55	1,10	-4,22	0,20	ПУ
Золотоколоса / Легенда МИР	102,20	107,60	115,55	10,15	7,39	3,94	НД
Золотоколоса / Калинова	102,20	110,20	104,30	-1,79	-5,35	-0,48	ПУ
Золотоколоса /Світанок МИР	102,20	82,40	94,55	2,44	-7,49	0,23	ПУ
Колумбія / Світанок МИР	101,00	82,40	102,15	11,40	1,14	1,12	НД
Колумбія / Легенда МИР	101,00	107,60	107,20	2,78	-0,37	0,88	ЧПД
Колумбія / Калинова	101,00	110,20	112,30	6,34	1,91	1,46	НД
1BL.1RS / 1AL.1RS							
Калинова / Експромт	110,20	98,60	110,45	5,80	0,23	1,04	НД
Калинова / Колумбія	110,20	101,00	114,20	8,14	3,63	1,87	НД
Калинова / Золотоколоса	110,20	102,20	113,25	6,64	2,77	1,76	НД
Світанок МИР / Колумбія	82,40	101,00	96,70	5,45	-4,26	0,54	ЧПД
Світанок МИР /Золотоколоса	82,40	102,20	89,50	-3,03	-12,43	-0,28	ПУ
Світанок МИР / Експромт	82,40	98,60	91,90	1,55	-6,80	0,17	ПУ
Легенда МИР / Золотоколоса	107,60	102,20	114,50	9,16	6,42	3,56	НД
Легенда МИР / Експромт	107,60	98,60	110,40	7,08	2,60	1,62	НД
Легенда МИР / Колумбія	107,60	101,00	104,60	0,29	-2,79	0,09	ПУ

Примітка. 1. МИР тут і далі – Миронівська, Миронівський

Слід зазначити, що в посушливих умовах 2017 р. у F₁ гібридів Легенда Миронівська 1BL.1RS / Колумбія 1AL.1RS, Колумбія 1AL.1RS / Легенда Миронівська 1BL.1RS виявлено максимальний ступінь депресії (hp = -26,0 та -16,75; Ht = -3,01 та -1,94 %; Hbt = -3,12 та -2,05 %) (див. табл. 2). В умовах 2016 р. у групах схрещувань 1AL.1RS / 1BL.1RS та 1BL.1RS / 1AL.1RS не спостерігали від'ємного наддомінування (див. табл. 1).

За роки досліджень у комбінаціях Експромт / Золотоколоса, Легенда Миронівська / Калинова та Золотоколоса / Колумбія відмітили протилежні типи успадкування висоти рослин, що доводить вплив абіотичних факторів на характер цієї ознаки.

Перевищення висоти рослин гібридів над середнім значенням цього показника в обох батьків відмічали в умовах 2016 р. у 73,3 % досліджуваних гібридних комбінацій, а у несприятливому 2017 р. – у 63,3 %. При цьому ефект гіпотетичного гетерозису був у межах від 0,29 до 16,58 % та від 0,26 до 17,05 відповідно. Більше число таких випадків відмічено для груп схрещувань 1AL.1RS / 1BL.1RS та 1BL.1RS / 1AL.1RS.

Перевищення за висотою рослин у F₁ у порівнянні із кращою батьківською формою мали 43,3 % (2016 р.) і 30,0 % (2017 р.) гібридів, коефіцієнт істинного гетерозису становив від 0,23 до 18,0 % та

від 2,05 до 12,75 % відповідно. В умовах 2016 р. відмічали таку тенденцію для обох вищезазначених груп, а в посушливих умовах 2017 р. – тільки у групі 1AL.1RS / 1BL.1RS. Слід відмітити, що за роки досліджень у групі схрещувань 1BL.1RS / 1BL.1RS не відмічали ефекту істинного гетерозису (виняток – гібридна комбінація Легенда Миронівська / Калинова). У несприятливих умовах 2017 р. у групі схрещувань 1BL.1RS / 1AL.1RS виявили практично всі типи успадкування, що, вірогідно, можна пояснити більшою різницею за висотою рослин між материнськими компонентами та меншою – за батьківськими, тобто впливом генотипу.

Гетерозис за висотою рослин визначили практично для половини гібридних комбінацій у групах схрещувань 1AL.1RS / 1BL.1RS (за два роки) і 1BL.1RS / 1AL.1RS (у 2016 р.). У першій групі у трьох випадках з п'яти за материнську форму використовували сорт Експромт. Максимальним ступенем гетерозису характеризувались гібриди Експромт / Колумбія (hp = 13,79; Ht = 16,58 %; Hbt = 18,00 %) у 2016 р., Експромт / Легенда Миронівська (4,47 %; 17,05 %; 12,75 % відповідно) у 2017 р.

За роки досліджень депресію за ознакою «висота рослин» відмічено у гібридів, створених із залученням за материнську форму сорту Колумбія 1AL.1RS

Таблиця 2. Ступінь фенотипового домінування (hp) і гетерозис за висотою рослин у гібридів F₁ пшениці озимої, створених за участі сортів-носіїв ПЖТ (2017 р.)

Гібридна комбінація	Висота рослин, см			Гетерозис, %		Ступінь фенотипового домінування	
	♀	♂	F ₁	гіпотетичний Ht	істинний Hbt	ступінь hp	тип успадкування
1AL.1RS / 1AL.1RS							
Золотоколоса / Колумбія	61,72	69,00	70,84	8,38	2,67	1,51	НД
Колумбія / Золотоколоса	69,00	61,72	61,58	-5,78	-10,75	-1,04	Д
Золотоколоса / Експромт	61,72	64,08	61,80	-1,75	-3,56	-0,93	ЧВУ
Експромт / Золотоколоса	64,08	61,72	60,10	-4,45	-6,21	-2,37	Д
Колумбія / Експромт	69,00	64,08	61,24	-7,97	-4,43	-2,15	Д
Експромт / Колумбія	64,08	69,00	74,02	11,24	7,28	3,04	НД
1BL.1RS / 1BL.1RS							
Світанок МИР ¹ / Легенда МИР	49,64	69,16	59,14	-0,44	-14,49	-0,03	ПУ
Легенда МИР / Світанок МИР	69,16	49,64	63,14	6,30	-8,70	0,38	ПУ
Світанок МИР / Калинова	49,64	74,56	65,52	5,51	-12,12	0,27	ПУ
Калинова / Світанок МИР	74,56	49,64	63,98	3,03	-14,19	0,15	ПУ
Калинова / Легенда МИР	74,56	69,16	65,54	-8,79	-12,10	-2,34	Д
Легенда МИР / Калинова	69,16	74,56	67,30	-6,35	-9,74	-1,69	Д
1AL.1RS / 1BL.1RS							
Експромт / Світанок МИР	64,08	49,64	65,50	15,20	2,22	1,20	НД
Експромт / Легенда МИР	64,08	69,16	77,98	17,05	12,75	4,47	НД
Експромт / Калинова	64,08	74,56	80,04	15,46	7,35	2,05	НД
Золотоколоса / Легенда МИР	61,72	69,16	70,96	8,44	2,60	1,48	НД
Золотоколоса / Калинова	61,72	74,56	68,32	0,26	-8,37	0,03	ПУ
Золотоколоса / Світанок МИР	61,72	49,64	62,88	12,93	1,88	1,19	НД
Колумбія / Світанок МИР	69,00	49,64	58,02	-2,19	-15,91	-0,13	ПУ
Колумбія / Легенда МИР	69,00	69,16	67,74	-1,94	-2,05	-16,75	Д
Колумбія / Калинова	69,00	74,56	73,04	1,76	-2,04	0,45	ПУ
1BL.1RS / 1AL.1RS							
Калинова / Експромт	74,56	64,08	70,76	2,08	-5,10	0,27	ПУ
Калинова / Колумбія	74,56	69,00	70,64	-1,59	-5,26	-0,41	ПУ
Калинова / Золотоколоса	74,56	61,72	71,34	4,70	-4,32	0,50	ПУ
Світанок МИР / Колумбія	49,64	69,00	67,10	13,12	-2,75	0,80	ЧПД
Світанок МИР / Золотоколоса	49,64	61,72	61,20	9,91	-0,84	0,91	ЧПД
Світанок МИР / Експромт	49,64	64,08	60,02	5,56	-6,34	0,44	ПУ
Легенда МИР / Золотоколоса	69,16	61,72	73,14	11,77	5,75	2,07	НД
Легенда МИР / Експромт	69,16	64,08	70,58	5,94	2,05	1,56	НД
Легенда МИР / Колумбія	69,16	69,00	67,00	-3,01	-3,12	-26,00	Д

Таблиця 3. Ступінь фенотипового домінування за висотою рослин у гібридів F₁ пшениці озимої, створених за участі сортів-носіїв ПЖТ (2016, 2017 рр.)

Сорт, транслокація	Експромт 1AL.1RS	Золотоколоса 1AL.1RS	Колумбія 1AL.1RS	Калинова 1BL.1RS	Легенда МИР 1BL.1RS	Світанок МИР 1BL.1RS
Експромт 1AL.1RS	-	3,04 ¹	13,79	0,20	1,93	1,09
Золотоколоса 1AL.1RS	-0,44	-	-4,33	-0,48	3,94	0,23
Колумбія 1AL.1RS	-0,31	-3,67	-	1,46	0,88	1,12
Калинова 1BL.1RS	-2,15	-1,04	-	0,45	-16,75	-0,13
Легенда МИР 1BL.1RS	1,04	1,76	1,87	-	-2,00	0,10
Світанок МИР 1BL.1RS	0,27	0,50	-0,41	-	-2,34	0,15
Експромт 1BL.1RS	1,62	3,56	0,09	1,43	-	0,12
Золотоколоса 1BL.1RS	1,56	2,07	-26,00	-9,48	-	0,38
Колумбія 1BL.1RS	0,17	-0,28	0,54	-0,07	0,42	-
Калинова 1BL.1RS	0,44	0,91	0,80	0,27	-0,03	-

Примітки: 1 – 2016 р.; 2 – 2017 р.

при схрещуванні з сортом Золотоколоса 1AL.1RS, а також у гібридній комбінації Калинова 1BL.1RS / Легенда Миронівська 1BL.1RS [23].

Таким чином, ступінь фенотипового домінування та ефект гетерозису за ознакою «висота рослин» у F₁ гібридів обумовлені генотиповим різноманіттям вихідних компонентів схрещування, а також є результатом взаємодії генотипу з умовами навколишнього середовища. Істотних закономірностей за ступенем фенотипового домінування в різних групах схрещування сортів з ПЖТ не спостерігали. Найбільше зменшення висоти рослин у

гібридів групи схрещування 1AL.1RS / 1AL.1RS відмічено тільки у 2017 р.

Отримані результати щодо вивчення характеру успадкування висоти рослин свідчать про можливість добору в наступних поколіннях гібридів, створених на основі сортів-носіїв ПЖТ, селекційно-цінних трансгресивних форм пшениці озимої.

Висновки. Використання схрещувань сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій, які характеризуються різною висотою рослин, забезпечило у F₁ гібридів різний ступінь домінування за цією ознакою: від наддомінування (гетерозис) до депресії.

За два роки досліджень більш суттєвий гетерозисний ефект спостерігали в комбінаціях схрещувань, в яких материнською формою був сорт Експромт 1AL.1RS ($h_p = 1,09-13,79$; $H_t = 7,02-17,05$ %; $H_{bt} = 0,71-15,20$ %).

Позитивне наддомінування (збільшення висоти рослин) у 2016 і 2017 рр. визначили у шести гібридних комбінаціях (Експромт / Колумбія, Експромт / Світанок Миронівський, Експромт / Легенда Миронівська, Легенда Миронівська / Експромт, Золотоколоса / Легенда Миронівська, Легенда Миро-

нівська / Золотоколоса), які мали високі значення коефіцієнтів як істинного, так і гіпотетичного гетерозису (незалежно від погодних умов року).

У 2016, 2017 рр. гетерозис за висотою рослин відмічали практично для половини гібридних комбінацій у групах схрещувань 1AL.1RS / 1BL.1RS та депресію – у гібридів, створених із залученням за материнську форму сорту Колумбія (1AL.1RS) при схрещуванні із сортом Золотоколоса, а також у гібридній комбінації Калинова 1BL.1RS / Легенда Миронівська 1BL.1RS.

Список використаних джерел

- Петренко В. П., Черняєва І. М., Маркова Т. Ю., Рябчун Н. І., Ісаєнко О. О. Формування продуктивності нових сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від фітовірусного навантаження. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2008. № 1 (7). С. 50–62.
- Кравченко В. А., Крижанівська О. М. Характер успадкування ознак продуктивності гібридами F_1 помідора в умовах закритого ґрунту. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. № 3. С. 42–44.
- Donald C. M. The breeding of crop ideotype. *Euphytica*. 1968. Vol. 17, No. 6. P. 385–403.
- Орлюк А. П., Колеснікова Н. Д. Мінливість висоти рослин озимої пшениці у нащадків різноспрямованих доборів. *Сучасні проблеми генетики, біотехнології та селекції рослин*: тези доповідей Міжнародної конференції молодих вчених (м. Харків, 2–7 липня 2001 р.). Харків, 2001. С. 231–232.
- Кильчевський А. В., Сычёва Е. А. Современные генетические методы в селекции растений. *Наука и инновации*. 2010. № 7 (89). С. 10–13.
- Орлюк А. П., Усик Л. О. Вплив генотип-середовищних взаємодій на морфометричні ознаки і продуктивність озимої м'якої пшениці. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2005. Вип. 36. С. 17–23.
- 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.
- Kozub N. O., Sozinov I. A., Kyrylenko V. V., Kochmarskyi V. S., Gumeniuk O. V., Dubovuk N. S., Vasylykivskiy S. P. Detection of perspective winter wheat genotypes by electrophoretic spectra of storage proteins. *Миронівський вісник*. 2015. Вип. 1. С. 105–118.
- Шестопал О. Л., Замбріборщ І. С., Топал М. М., Литвиненко М. А. Вивчення гаплопродукційної здатності м'якої пшениці з пшенично-житніми транслокаціями. *Селекція та генетика сільськогосподарських рослин: традиції та перспективи (до 100-річчя Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення)*: збірник тез Міжнародної наукової конференції (м. Одеса, 17–19 жовтня 2012 р.). Одеса, 2012. С. 388–389.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol. 35, No. 3. P. 303–321.
- Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинев: Штиинца, 1980. 587 с.
- Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal Science*. 1965. Vol. 9, No. 3. P. 165–179.
- Matzinger D. F., Mann T. J., Cockerham C. C. Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. 1962. Vol. 2, Iss. 5. P. 383–386.
- Fonseca S., Patterson F. L. Hybrid vigor in a seven-parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*. 1968. Vol. 8, Iss. 1. P. 85–88. doi: 10.2135/cropsci1968.0011183X000800010025x
- Мазер К., Джинкс Дж. Биометрическая генетика / пер. с англ. В. М. Гиндилиса, Л. А. Животовского. Москва: Мир, 1985. 463 с.
- Singh H., Sharma S. N., Sain R. S. Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. *Hereditas*. 2004. Vol. 141, No 2. P. 106–104
- Wynne J. C., Emery D. A., Rice P. W. Combining ability estimation in *Arachis hypogaea* L. II. Field performance of F_1 hybrids. *Crop Science*. 1970. Vol. 10, Iss. 6. P. 713–715. doi: 10.2135/cropsci1970.0011183X001000060036x
- Рипберг Е. И., Боме Н. А. Изучение комбинационной способности мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в системе диаллельных скрещиваний. *SWorld*: сборник научных трудов. 2014. Т. 29, № 3. С. 51–58.
- Ламари М. П., Файт В. И. Оценка гетерозиса и типа наследования длины замыкающих клеток устьиц гибридов F_1 *Triticum aestivum* L. в полевых условиях. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2014. Т. 12, № 1. С. 36–43.
- Заїка Є. В. Ефект гетерозису та успадкування господарсько-цінних ознак у гібридів F_1 пшениці м'якої озимої у північному Ліссостепу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. № 5. 14 с. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_19
- Васильківський С. П., Івко Ю. О. Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування у гібридів F_1 ріпаку озимого. *Агробіологія*. 2013. № 10. С. 5–10.
- Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Диференціація висоти рослин гібридів першого покоління *Triticum aestivum* L. за участі сортів з пшенично-житніми транслокаціями. *Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої безпеки*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 110-річчю від дня народження академіка-селекціонера Василя Миколайовича Ремесла (с. Центральне, 20 жовтня 2017 р.). Центральне, 2017. С. 31–32.

References

- Petrenkova, V., Cherniaeva, I., Markova, T., Riabchun, N., & Isaenko, O. (2008). Forming of productivity of new soft winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) subject to phyto-virus pressure. *Plant Varieties Studying and Protection*, 1, 50–67. [in Ukrainian]
- Kravchenko, V. A., & Kryzhanivska, O. M. (2012). Characteristics of inheritance of performance traits by F_1 tomato hybrids in closed soil conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*, 3, 42–44. [in Ukrainian]
- Donald, C. M. (1968). The breeding of crop ideotype. *Euphytica*, 17(6), 385–403.
- Orliuk, A. P., & Kolesnikova, N. D. (2001). Height variability of winter wheat among progenies of multidirectional selections. In *Modern Problems of Genetics, Biotechnology and Plant Breeding: abstracts of Int. Conf. of Young Scientists* (pp. 231–232). July 2–7, 2001, Kharkiv, Ukraine. [in Ukrainian]
- Kilchevskiy, A., & Sycheva, E. (2010). Modern genetic methods in plant breeding. *The Science and Innovations*, 7, 10–13. [in Russian]
- Orliuk, A. P., & Usyk, L. O. (2005). Influence of genotype-environmental interactions on morphometric traits and productivity of winter soft wheat. *Taurida Scientific Herald*, 6, 17–23. [in Ukrainian]
- Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., Koliuchyi, V. T., Kolomiets, L. A., Khomenko, S. O., & Solona, V. Yo. (2012). Breeding Evolution of Myronivka Wheats. Myronivka: N.p. [in Ukrainian]
- Kozub, N. O., Sozinov, I. A., Kyrylenko, V. V., Kochmarskyi, V. S., Gumeniuk, O. V., Dubovyk, N. S., & Vasykivskiy, S. P. (2015). Detection of perspective winter wheat genotypes by electrophoretic spectra of storage proteins. *Myronivka Bulletin*, 1, 105–118.
- Shestopal, O. L., Zambriborshch, I. S., Topal, M. N., & Lytvynenko, M. A. (2012). Study of haplo-producing capacity of soft wheat with wheat-rye translocations. In *Crop Breeding and Genetics: Traditions and Prospects (Dedicated to the 100th Anniversary of Plant Breeding and Genetics Institute – National Centre of Seed and Cultivar Investigation)*: abstracts of the Int. Conf. (pp. 392–393). October 17–19, 2012, Odesa, Ukraine. [in Ukrainian]
- Dospekhov, B. A. (1985). *Methods of Field Experiment (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)*. Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
- Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35(3), 303–321.
- Zhuchenko, A. A. (1980). *Ecological Genetics of Cultivated Plants*. Kishinev: Shtiintsa. [in Russian]
- Beil, G. M., & Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa St. J. Sci.*, 39(3), 165–179.
- Matzinger, D. F., Mann, T. J., & Cockerham, C. C. (1962). Diallel crosses in *Nicotiana tabacum*. *Crop Sci.*, 2(5), 383–386.
- 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
- Mather, K., & Jinks, J. L. (1985). *Biometrical Genetics*. (V. M. Gindilis, & L. A. Zhivotovskiy, Transl.). Moscow: Mir. [in Russian]
- Singh, H., Sharma, S. N., & Sain, R. S. (2004). Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. *Hereditas*, 141(2), 106–114.
- Wynne, J. C., Emery, D. A., & Rice, P. W. (1970). Combining ability estimation in *Arachis hypogaea* L. II. Field performance of F_1 hybrids. *Crop Sci.*, 10(6), 713–715. doi: 10.2135/cropsci1970.0011183X001000060036x
- Ripberger, E. I., & Bome, N. A. (2014). Studying of combinational ability of the soft spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in the diallel crossing system. *SWorld*, 29(3), 51–58. [in Russian]
- Lamari, N. P., & Fayt, V. I. (2014). Evaluation of heterosis and type of inheritance for length of guard cells in F_1 *Triticum aestivum* L. hybrids under field conditions. *The Bulletin of Vavilov Society of Geneticists and Breeders of Ukraine*, 12(1), 36–43. [in Russian]
- Zaika, Ye. V. (2015). The heterosis and inheritance of agronomical value traits of hybrids F_1 of winter bread wheat in conditions of Northern Forest-steppe. *Scientific Reports of NULES of Ukraine*, 5, 1–14. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_19 [in Ukrainian]
- Vasykivskiy, S. P., & Ivko, Yu. O. (2013). The effect of heterosis and the degree of phenotypic dominance in winter rape hybrids F_1 . *Agrobiologia*, 10, 5–10. [in Ukrainian]
- Dubovyk, N. S., Humeniuk, O. V., & Kyrylenko, V. V. (2017). Differentiation of plant height of the first generation hybrids of *Triticum aestivum* L. with the participation of varieties with wheat-rye translocations. In *Realization of Potential of Cereal Varieties – the Way to Solve Food Problem: Proc. Int. Applied Research Conf. devoted to the 110th birthday anniversary of Vasyl M. Remeslo* (pp. 31–32). October 20, 2017, Tsentralne, Ukraine. [in Ukrainian]

Характер наследования высоты растений в F_1 *Triticum aestivum* L. при использовании пшенично-ржаных транслокаций в условиях Центральной Лесостепи Украины

Дубовик Н. С.

Кириленко В. В., доктор сельскохозяйственных наук

Гумениук А. В., кандидат 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. Выяснить характер наследования высоты растений гибридами первого поколения от скрещивания между собой сортов *Triticum aestivum* L., которые являются носителями пшенично-ржаных транслокаций (ПРТ). **Методы.** Исследования проводили в 2016, 2017 гг. в Мироновском институте пшеницы на 30 гибридных комбинациях от скрещивания сортов-носителей ПРТ. Степень фенотипического доминирования высоты растений определяли по формуле В. Griffing; группировали – по G. M. Beil, R. E. Atkins; проявление гетерозиса – по D. F. Matzinger et al. и S. Fonseca, F. Patterson. **Результаты.** Установлено проявление депрессии по высоте растений в засушливом 2017 г. практически для четверти (семь) гибридов, в то время как в более благоприятных метеорологических условиях 2016 г. отмечали сверхдоминирование короткостебельности в гибридных комбинациях Калинова 1BL.1RS / Легенда Миронівська 1BL.1RS,

Золотоколоса 1AL.1RS / Колумбія 1AL.1RS и Колумбія 1AL.1RS / Золотоколоса 1AL.1RS. В 2017 г. частичным отрицательным наследованием характеризовалась одна гибридная комбинация. Независимо от погодных условий года положительное сверхдоминирование (увеличение высоты растений) наблюдали в шести гибридных комбинациях, которые имели высокие значения коэффициентов как истинного, так и гипотетического гетерозиса. Превышение высоты растений гибридов над средним значением этого показателя у обоих родителей отметили в условиях 2016 г. у 73,3 % исследуемых гибридных комбинаций, а в неблагоприятном 2017 г. – у 63,3 %. Больше таких случаев было в группах скрещиваний 1AL.1RS / 1BL.1RS и 1BL.1RS / 1AL.1RS. Гетерозис по высоте растений определили практически для половины гибридных комбинаций в группах скрещиваний 1AL.1RS / 1BL.1RS (за два года) и 1BL.1RS / 1AL.1RS (в 2016 г.). За два

года исследований депрессия признака «высота растений» установлена у гибридов, созданных с привлечением в качестве материнской формы сорта Колумбия 1AL.1RS при скрещивании с сортом Золотоколоса 1AL.1RS, а также у гибридной комбинации Калинова 1BL.1RS / Легенда Миронівська 1BL.1RS. **Выводы.** Использование в скрещиваниях сортов-

носителей ПРТ, которые имеют разную высоту растений, позволило получить в F_1 разную степень доминирования: от сверхдоминирования (гетерозис) до депрессии.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, комбинация скрещивания, пшенично-ржаная транслокация, высота растений, наследование, гетерозис

Inheritance pattern of plant height in F_1 *Triticum aestivum* L. using wheat-rye translocations in conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine

Dubovyk N. S.

Курьленко В. В., Doctor of Agricultural Sciences

Гумениук О. В., Candidate of Agricultural Sciences

Волохдина Н. В., 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 find out the inheritance pattern of plant height in the F_1 hybrids from crossing varieties of *Triticum aestivum* L. which are carriers of wheat-rye translocations (WRT). **Methods.** The research was conducted in 2016-2017 at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat (MIW) on 30 hybrid combinations of varieties-carriers of wheat-rye translocations. The degree of phenotypic dominance of plant height was determined by the formula B. Griffing; grouping was by G. M. Beil, & R. E. Atkins; manifestation of heterosis was by D. F. Matzinger et al. and S. Fonseca, F. Patterson. **Results.** The manifestation of depression in plant height in dry season of 2017 was established for almost quarter (seven) of hybrids, while in more favorable meteorological conditions of 2016 there was overdominance of short-stem in hybrid combinations: Kalynova 1BL.1RS / Lehenda Myronivska 1BL.1RS, Zolotokolosa 1AL.1RS / Kolumbiia 1AL.1RS, and Kolumbiia 1AL.1RS / Zolotokolosa 1AL.1RS. In 2017, one hybrid combination was characterized by partial negative inheritance. Regardless of the weather conditions of the year, positive overdominance (increase in plant height) was observed in six hy-

brid combinations which had high values of the coefficients of both true and hypothetical heterosis. The excess of the height of hybrid plants above the average value of this indicator of both parents was noted in 2016 in 73.3 % of the studied hybrid combinations, and in the unfavorable 2017 it was in 63.3 %. More cases were noted in the 1AL.1RS / 1BL.1RS and 1BL.1RS / 1AL.1RS crosses. Heterosis in plant height was determined for almost half of the hybrid combinations in the groups of crosses 1AL.1RS / 1BL.1RS (for two years) and 1BL.1RS / 1AL.1RS (in 2016). For two years depression of the trait "plant height" was found in hybrids created by using the variety Kolumbiia 1AL.1RS as maternal form when crossing with the variety Zolotokolosa 1AL.1RS, as well as in the hybrid combination Kalynova 1BL.1RS / Lehenda Myronivska 1BL.1RS. **Conclusions.** The use in crosses of varieties-carriers of WRT differing in plant height made it possible to obtain a different degree of dominance in F_1 : from overdominance (heterosis) to depression.

Key words: winter bread wheat, cross combination, wheat-rye translocation, plant height, inheritance, heterosis