

## УСПАДКУВАННЯ І ФОРМОТВОРЕННЯ ЗА КІЛЬКІСТЮ КОЛОСКІВ ВІД ГІБРИДИЗАЦІЇ РІЗНИХ ЗА ТРИВАЛІСТЮ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ СОРТІВ ПШЕНИЦІ

**Лозінський Микола Владиславович**

кандидат сільськогосподарський наук, доцент  
Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна  
ORCID: 0000-0002-6078-3209  
Lozinskk@ukr.net

**Устинова Галина Леонідівна**

аспірантка  
Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна  
ORCID: 0000-0002-3056-358X  
UstinovaGL@ukr.net

**Обрагій Сергій Володимирович**

кандидат сільськогосподарський наук, доцент  
Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна  
ORCID: 0000-0002-3532-6655  
ObragiySV\_@ukr.net

У 2017–2019 рр. в умовах дослідного поля науково виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували 42 комбінації  $F_1$  і  $F_2$  пшениці м'якої озимої, отримані від гібридизації сортів, які різняться за тривалістю вегетаційного періоду. Метою дослідження було визначення гетерозису і ступеню фенотипового домінування в  $F_1$  та трансгресивної мінливості в  $F_2$  за кількістю колосків в головному колосі при використанні у гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої.

Встановлено, що у батьківських форм кількість колосків у головному колосі у роки досліджень становила – 15,7–18,0 шт., а на їх формування значно впливав генотип, умови року і їх взаємодія. Більшість  $F_1$  за кількістю колосків у колосі перевищувала вихідні форми, при цьому високі показники (21,0–19,2 шт.) визначені у Чорнява/Столична, Білоцерківська напівкарликова/Чорнява, Чорнява/Відрада, Кольчуга/Столична. У 39 із 42 гібридів успадкування кількості колосків з головного колосу відбувалось за позитивним наддомінуванням. Високий гіпотетичний ( $Ht = 23,5$ – $15,4$  %) та істинний ( $Hbt = 18,6$ – $10,2$  %) гетерозис встановлено в  $F_1$  Чорнява/Столична, Кольчуга/Столична, Білоцерківська напівкарликова/Чорнява, Чорнява/Відрада, Золотоколоса/Відрада.

У 85,7 % популяцій  $F_2$  визначено позитивний ступінь трансгресії з максимальним проявом у рекомбінантів кількості колосків у головному колосі – 20–24 шт., що свідчить про значний формотворчий процес і можливість проведення доборів за досліджуваною ознакою. Максимальну кількість колосків у головному колосі (22–24 шт.) формували більшість популяцій, в яких материнськими формами використовували сорти Миронівська рання, Кольчуга, Золотоколоса, Чорнява і Антонівка. Частота трансгресивних рекомбінантів у цих популяціях становила 3,3–96,7 %.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, скоростиглість сортів, комбінації схрещування, успадкування, гібриди, істинний і гіпотетичний гетерозис, ступінь фенотипового домінування, популяції  $F_2$ , ступінь і частота позитивних трансгресій.

DOI: <https://doi.org/10.32782/agro.bio.2020.4.2>

**Вступ.** У світовому землеробстві пшениці належить провідна роль у вирішенні важливого завдання – забезпечення населення земної кулі продуктами харчування (Sharmet, 2011; Shpaar, 2012; Farooq et al., 2018; Chernobai et al., 2019). Пшениця м'яка озима є основною зерновою продовольчою культурою України з щорічною площею посіву 5,5–6,0 млн. га (Litvinenko, 2011; Cherenkov et al., 2013).

Останнім часом фактичні темпи виробництва зерна пшениці зростали всього на 0,5 % у рік, що значно менше необхідних 1,4 %, які повинні покривати збільшення чисельності людства (Ray et al., 2013). Створення і впровадження у сільськогосподарське виробництво нових високоврожайних сортів, адаптованих до різноманітних умов вирощування, є найбільш ефективним, ресурсозберігаючим й екологічним способом зростання і стабілізації виробництва зерна пшениці м'якої озимої (Kochmarsky, 2012; Morhun et al., 2014;

Burdenyuk-Tarasevich & Lozinskyi, 2015; Morhun, 2016; Akimenko et al., 2016; Lozinskyi, 2018; Riabov et al., 2018).

У практичній селекційній роботі важливим залишається створення різноманітного вихідного матеріалу з покращеними господарсько цінними ознаками і властивостями (Farooq, 1994; Vlasenko & Kolomiets, 2008; Artemchuk, 2013; Morhun et al., 2015; Bakumenko, 2015; Pokhylko et al., 2016). Головною ланкою у цьому процесі є добір батьківських форм для схрещування (Akimenko et al., 2016).

Пшениця характеризується значним поліморфізмом і різноманітним екотипів, тому наразі найбільш результативним методом селекції залишається внутрішньовидова міжсортна гібридизація з наступними відборами (Burdeniuk-Tarasevych & Lozinskyi, 2015; Zaika, 2015). У результаті схрещування сортів, різних за морфологічними, біологічними і фі-

зіологічними ознаками, з різним рівнем генетичного потенціалу продуктивності та стійкості до біотичних і абіотичних несприятливих факторів середовища, утворюється велике різноманіття нових генотипів у тісному зв'язку з умовами середовища (Burdeniuk-Tarasevych & Lozinskyi, 2015). Формотворення при гібридизації ґрунтується на перекомбінуванні генів, оскільки батьківські організми передають нащадкам не ознаки й властивості, а гени, які контролюють розвиток господарсько цінних ознак.

Підвищення продуктивного потенціалу й отримання стабільно високих урожаїв пшениці м'якої озимої є найважливішим завданням, що ставиться перед селекційними установами (Yarosh et al., 2019). Урожайний потенціал сорту завжди використовується як найважливіша його характеристика, тому дослідження елементів продуктивності за їх впливом на продуктивність проводиться тривалий час (Bakumenko, 2015). Створення сортів пшениці з максимально можливим рівнем продуктивності є кінцевою метою кожного селекціонера, проте, це завдання пов'язане зі значною складністю і комплексністю (Bahar et al., 2012).

Селекційно-генетичні дослідження свідчать про полігенний контроль складових урожайності та унікальну взаємодію генотипу з умовами навколишнього середовища, що є причиною розбіжностей у висновках щодо вкладу елементів продуктивності та можливості їх використання у селекційних програмах (Kinder & Gooding, 2005; Nikolova-Andrieieva, 2011; Perisic et al., 2011). Загальновідомо, що спадковий потенціал господарсько цінних ознак має певні обмеження, і для отримання реальних результатів селекція вимагає його розширення (Akimenko et al., 2016).

Важливою ознакою пшеничної рослини є кількість колосків у колосі, формування якої відбувається впродовж третього-четвертого етапів органогенезу. Від числа сформованих колосків у колосі залежить кількість розвинутих квіток, зерен, продуктивність колосу і врожайність зерна пшениці м'якої озимої (Kopovalov et al., 1987; Lozinskyi, 2018).

Метою дослідження було визначення гетерозису і ступеню фенотипового домінування у  $F_1$  та трансгресивної мінливості в  $F_2$  за кількістю колосків у головному колосі, при використанні у гібридизації різних за швидкістю сортів пшениці м'якої озимої.

**Матеріали і методи досліджень.** Експериментальна частина досліджень виконувалась у 2017–2019 рр. на дослідному полі науково виробничого центру Білоцерківського НАУ. Матеріалом досліджень були 42 комбінації  $F_1$  і їх популяції  $F_2$ . До гібридизації залучали сорти пшениці м'якої озимої, які різнилися за тривалістю вегетаційного періоду, а саме: ранньостиглі – Миронівська рання, Кольчуга, Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.); середньоранні – Золотоколоса, Чорнява, Щедра нива; середньостиглі – Столична, Від-

рада, Миронівська 61, Антонівка, Єдність; середньопізні – Добірна, Пивна і Вдала.

Насіння  $F_{1-2}$  висівали вручну за схемою: материнська форма, гібрид (популяція), чоловіча форма. З гібридним поколінням працювали за методом педігрі. У період вегетації пшениці проводили фенологічні спостереження, після настання повної стиглості – біометричний аналіз досліджуваного матеріалу за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності (Dospikhov, 1985; Volkodav, 2003). Агротехніка – загальноприйнята для вирощування пшениці м'якої озимої в Лісостепу України. Попередник – гірчиця.

Гіпотетичний (Ht) та істинний (Htb) гетерозис за кількістю колосків у  $F_1$  визначали за D. F Matzinger (Matzinger et al., 1962) і S. Fonseca та F. L. Patterson (Fonseca & Patterson, 1968). Ступінь фенотипового домінування ( $h_p$ ) розраховували за методикою B. Griffing (Griffing, 1950). Отримані дані групували за класифікацією G. Beil та R. E. Atkins (Beil & Atkins, 1965): позитивне наддомінування (гетерозис)  $h_p > +1$ ; часткове позитивне домінування  $+0,5 < h_p \leq +1$ ; проміжне успадкування  $-0,5 \leq h_p \leq +0,5$ ; часткове від'ємне успадкування  $-1 \leq h_p < -0,5$ ; негативне наддомінування (депресія)  $h_p < -1$ . Ступінь та частоту позитивних трансгресій в  $F_2$  визначали за методикою (Voskresenska & Shpota, 1967).

Результати отриманих в експерименті даних обробляли статистичним методом за програмою *Statistica*, версія 6.0.

**Результати.** Отримані за 2018–2019 рр. дані свідчать, що кількість колосків у головному колосі у батьківських компонентів гібридизації знаходяться в межах 15,7–18,0 шт. Найбільші показники відмічені в сорту Чорнява (17,7 шт. у 2018 р.; 18,0 шт. – 2019 р.), а найменші 15,7 шт. – Кольчуга, Добірна (2018 р.) і Б.Ц. н/к. у 2019 р. Встановлено, що формування кількості колосків у головному колосі пшениці м'якої залежить від генотипу сорту, умов року і взаємодії генотип-середовище. Мінімальним середньогруповим значенням (16,1 шт.) кількості колосків у головному колосі, в середньому за два роки, характеризувались ранньостиглі і середньостиглі сорти. Середній показник середньоранніх і середньопізніх генотипів становив 17,0 і 16,4 шт. відповідно (табл. 1, 2, 3, 4).

Кількість колосків у головному колосі більшості  $F_1$  (16,4–21,0 шт.) перевищувала вихідні форми, при цьому високі значення (21,0–19,2 шт.) відмічені в Чорнява/Столична, Б.Ц. н/к./Чорнява, Чорнява/Відрода і Кольчуга/Столична. Формування в гібридів вищих показників, ніж у батьківських форм, свідчить про гетерозисний ефект. За гіпотетичним гетерозисом (перевищення показника  $F_1$ , за кількістю колосків у колосі, над середнім значенням батьківських форм, %) та істинним гетерозисом (відношення ознаки  $F_1$  до батьківської форми з більшим проявом, %) отримані нами гібриди мали значну диференціацію (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Гетерозис і ступінь фенотипового домінування за кількістю колосків з головного колосу в F<sub>1</sub>, створених за гібридизації ранньостиглих сортів материнською формою (2018 р.)

Комбінації схрещування	Кількість колосків, шт.			Гетерозис, %		Ступінь h <sub>p</sub>
	♀	♂	F <sub>1</sub>	Ht	Hbt	
<b>♀ ранньостиглі/♂ ранньостиглі</b>						
Миронівська рання/Б.Ц. н/к.	16,6	15,8	16,9	4,3	1,8	1,8
Миронівська рання/Кольчуга	16,6	15,7	17,1	5,6	3,0	2,1
Б.Ц. н/к./Кольчуга	15,8	15,7	16,6	5,1	5,1	17,0
<b>♀ ранньостиглі/♂ середньоранні</b>						
Миронівська рання/Золотоколоса	16,6	16,3	18,1	9,7	9,0	11,0
Миронівська рання/Чорнява	16,6	17,7	17,0	-1,2	-4,0	-0,3
Б.Ц. н/к./Золотоколоса	15,8	16,3	17,0	3,6	4,3	3,8
Б.Ц. н/к./Чорнява	15,8	17,7	19,5	16,1	10,2	2,9
Кольчуга/Чорнява	15,7	17,7	15,5	-7,2	-12,4	-1,2
<b>♀ ранньостиглі/♂ середньостиглі</b>						
Миронівська рання/Антонівка	16,6	16,1	17,0	3,7	2,4	2,6
Миронівська рання/Єдність	16,6	16,3	18,0	9,1	8,4	10,3
Б.Ц. н/к./Антонівка	15,8	16,1	17,6	10,0	9,3	11,0
Б.Ц. н/к./Єдність	15,8	16,3	17,3	7,5	6,1	5,0
Б.Ц. н/к./Відрада	15,8	16,0	16,6	4,4	3,8	7,0
Кольчуга/Антонівка	15,7	16,1	16,9	6,3	5,0	5,0
Кольчуга/Єдність	15,7	16,3	16,4	2,5	0,6	1,3
Кольчуга/Відрада	15,7	16,0	15,2	-4,4	-5,0	-4,3
Кольчуга/Столична	15,7	16,3	19,2	20,0	17,8	10,7
<b>♀ ранньостиглі/♂ середньопізні</b>						
Миронівська рання/Вдала	16,6	17,2	18,1	7,1	5,2	4,0
Миронівська рання/Добірна	16,6	15,7	16,9	4,3	1,8	1,7
Б.Ц. н/к. / Добірна	15,8	15,7	16,6	5,1	5,1	17,0

Таблиця 2

Гетерозис і ступінь фенотипового домінування в F<sub>1</sub> за кількістю колосків з головного колосу(2018 р.)

Комбінації схрещування	Кількість колосків, шт.			Гетерозис, %		Ступінь h <sub>p</sub>
	♀	♂	F <sub>1</sub>	Ht	Hbt	
<b>♀ середньоранні/♂ середньоранні</b>						
Золотоколоса/Чорнява	16,3	17,7	17,8	4,1	0,6	1,1
Золотоколоса/Щедра нива	16,3	17,0	17,2	3,0	1,2	1,6
Чорнява/Щедра нива	17,7	17,0	18,6	6,9	5,1	3,6
<b>♀ середньоранні/♂ середньостиглі</b>						
Золотоколоса/Антонівка	16,3	16,1	16,4	1,2	0,6	2,0
Золотоколоса/Єдність	16,3	16,3	17,5	7,4	7,4	123,0
Золотоколоса/Відрада	16,3	16,0	18,6	14,8	14,1	16,3
Золотоколоса/Столична	16,3	16,3	17,2	5,5	5,5	93,0
Чорнява/Антонівка	17,7	16,1	18,7	10,7	5,6	2,3
Чорнява/Єдність	17,7	16,3	17,9	5,3	1,1	1,3
Чорнява/Відрада	17,7	16,0	19,5	15,4	10,2	3,1
Чорнява/Столична	17,7	16,3	21,0	23,5	18,6	5,7
Щедра нива/Антонівка	17,0	16,1	18,4	11,5	8,2	1,4
Щедра нива/Відрада	17,0	16,0	18,5	12,1	8,8	4,0
<b>♀ середньоранні/♂ середньопізні</b>						
Щедра нива/Добірна	17,0	15,7	18,4	12,2	8,2	3,2
<b>♀ середньоранні/♂ середньопізні</b>						
Антонівка/Єдність	16,1	16,3	17,2	6,2	5,5	10,0
Антонівка/Відрада	16,1	16,0	18,1	12,4	12,4	41,0
Антонівка/Столична	16,1	16,3	18,1	11,7	11,0	19,0
Миронівська 61/Єдність	16,2	16,3	18,3	13,0	12,3	41,0
Єдність/Відрада	16,3	16,0	18,2	12,3	11,7	13,7
<b>♀ середньостиглі/♂ середньопізні</b>						
Єдність/Добірна	16,3	15,7	18,0	12,5	10,4	6,7
<b>♀ середньопізні/♂ середньостиглі</b>						
Вдала/Столична	17,2	16,3	17,6	4,8	2,3	2,0
<b>♀ середньопізні / ♂ середньопізні</b>						
Добірна / Пивна	15,7	16,6	18,5	14,2	11,4	5,2

За значної генетичної дивергенції батьківських компонентів гібридизації, можливе виникнення в F<sub>1</sub> ефекту гетерозису за продуктивністю, життєздатністю, пристосованістю до біотичних і абіотичних факторів навколишнього середовища. Дослідженнями встановлено, що у більшості F<sub>1</sub>, залежно від компонентів гібридизації, гіпотетичний гетерозис становив 1,2–23,5 %, а істинний – 0,6–18,6 %.

Найбільш поширеним типом успадкування (у 39 з 42 гібридів), кількості колосків з головного колосу, було позитивне наддомінування (h<sub>p</sub> = 1,1–123,0). Встановлено, що на

показник ступеню фенотипового домінування в F<sub>1</sub> значно впливали підібрані до схрещування батьківські форми.

За середньою кількістю колосків у колосі (17,4–21,5 шт.) більшість популяції F<sub>2</sub> перевищували вихідні компоненти гібридизації. При цьому, більшість з них за максимальним проявом рекомбінантів (20–24 шт. колосків) значно перевищували батьківські форми, що свідчить про значне формотворення і можливість проведення доборів за досліджуваною ознакою (табл. 3, 4).

Таблиця 3

Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю колосків з головного колосу в F<sub>2</sub>, за використання материнської формою ранньостиглих сортів (2019 р.)

Популяції	Кількість колосків, шт.					Трансгресія	
	♀	♂	F <sub>2</sub>	максимальний прояв		T <sub>c</sub> , %	T <sub>ч</sub> , %
				батьківських форм	F <sub>2</sub>		
<b>♀ ранньостиглі/♂ ранньостиглі</b>							
Миронівська рання/Б.Ц. н/к.	16,6	15,7	19,5	19	22	15,8	63,3
Миронівська рання/Кольчуга	16,6	16,0	19,7	19	22	15,8	66,7
Б.Ц. н/к./Кольчуга	15,7	16,0	18,0	18	21	16,7	33,3
<b>♀ ранньостиглі/♂ середньоранні</b>							
Миронівська рання/Золотоколоса	16,6	16,4	19,0	19	21	10,5	33,3
Миронівська рання/Чорнява	16,6	18,0	19,2	22	22	-	-
Б.Ц. н/к./Золотоколоса	15,7	16,4	18,6	19	21	10,5	16,7
Б.Ц. н/к./Чорнява	15,7	18,0	18,8	22	22	-	-
Кольчуга/Чорнява	16,0	18,0	17,9	22	20	-	-
<b>♀ ранньостиглі/♂ середньостиглі</b>							
Миронівська рання/Антонівка	16,6	16,0	19,2	19	22	15,8	46,7
Миронівська рання/Єдність	16,6	16,0	18,3	19	22	15,8	26,7
Б.Ц. н/к./Антонівка	15,7	15,9	18,9	18	21	16,7	63,3
Б.Ц. н/к./Єдність	15,7	16,0	18,8	18	21	16,7	48,3
Б.Ц. н/к./Відрада	15,7	16,1	18,9	18	21	16,7	60,0
Кольчуга/Антонівка	16,0	15,9	18,8	18	21	16,7	43,3
Кольчуга/Єдність	16,0	16,0	20,1	18	22	22,2	93,3
Кольчуга/Відрада	16,0	16,1	18,6	18	22	22,2	33,3
Кольчуга/Столична	16,0	15,9	20,4	21	24	14,3	16,7
<b>♀ ранньостиглі/♂ середньопізні</b>							
Миронівська рання/Вдала	16,6	17,9	18,7	21	21	-	-
Миронівська рання/Добірна	16,6	15,8	19,4	19	22	15,8	64,3
Б.Ц. н/к./Добірна	15,7	15,8	18,4	18	20	11,1	40,0

Високі показники кількості колосків у головному колосі (21,5–20,1 шт.) формували більшість популяцій, в яких материнськими формами були сорти Кольчуга, Чорнява, Щедра

нива і Добірна.

Таблиця 4

Ступінь і частота позитивних трансгресій F<sub>2</sub> за кількістю колосків з головного колосу (2019 р.)

Популяції	Кількість колосків, шт.					Трансгресія	
	♀	♂	F <sub>2</sub>	максимальний прояв		T <sub>c</sub> , %	T <sub>ч</sub> , %
				батьків	F <sub>2</sub>		
<b>♀ середньоранні/♂ середньоранні</b>							
Золотоколоса/Чорнява	16,4	18,0	19,0	22	22	-	-
Золотоколоса/Щедра нива	16,4	16,7	19,3	19	22	15,8	56,7
Чорнява/Щедра нива	18,0	16,7	20,7	22	24	9,1	6,7
<b>♀ середньоранні/♂ середньостиглі</b>							
Золотоколоса/Антонівка	16,4	15,9	17,4	19	20	5,2	3,3
Золотоколоса/Єдність	16,4	16,0	18,3	19	21	10,5	13,3
Золотоколоса/Відрада	16,4	16,1	19,9	19	22	15,8	76,7
Золотоколоса/Столична	16,4	15,9	19,9	21	22	4,8	26,7
Чорнява/Антонівка	18,0	15,9	21,1	22	24	9,1	3,3
Чорнява/Єдність	18,0	16,0	19,4	22	24	9,1	3,4
Чорнява/Відрада	18,0	16,1	20,9	22	24	9,1	3,3
Чорнява/Столична	18,0	15,9	20,9	22	24	9,1	6,7
Щедра нива/Антонівка	16,7	15,9	18,6	18	20	11,1	33,3
Щедра нива/Відрада	16,7	16,1	21,5	18	24	33,3	96,7

Популяції	Кількість колосків, шт.					Трансгресія	
	♀	♂	F <sub>2</sub>	максимальний прояв		T <sub>c</sub> , %	T <sub>ч</sub> , %
				батьків	F <sub>2</sub>		
♀ середньоранні/♂ середньопізнi							
Щедра нива/Добірна	16,7	15,8	18,1	18	20	11,1	10,0
♀ середньоранні/♂ середньопізнi							
Антонівка/Єдність	15,9	16,0	18,2	18	20	11,1	10,0
Антонівка/Відрада	15,9	16,1	18,6	18	22	22,2	30,0
Антонівка/Столична	15,9	15,9	19,7	21	24	14,3	13,3
Миронівська 61/Єдність	15,8	16,0	18,1	19	20	5,2	3,3
Єдність/Відрада	16,0	16,1	19,7	18	22	22,2	76,7
♀ середньостиглі/♂ середньопізнi							
Єдність/Добірна	16,0	15,8	18,3	18	20	11,1	16,7
♀ середньопізнi/♂ середньостиглі							
Вдала/Столична	17,9	15,9	18,7	21	20	-	-
♀ середньопізнi/♂ середньопізнi							
Добірна/Пивна	15,8	16,2	20,1	18,0	22,0	22,2	80,0

Дослідженнями встановлено, що у 36 з 42 популяцій F<sub>2</sub>, за кількістю колосків у головному колосі, визначений позитивний ступінь трансгресії (4,8–33,3 %), на показники якого значно впливали підібрані пари гібридизації. Частота рекомбінантів, залежно від комбінації схрещування, сягала 3,3–96,7 %. За високого прояву кількості колосків у колосі найвищий ступінь і частоту трансгресій встановлено в популяції: Щедра нива/Відрада (T<sub>c</sub> = 33,3 %; T<sub>ч</sub> = 96,7 %); Кольчуга/Єдність (T<sub>c</sub> = 22,2 %; T<sub>ч</sub> = 93,3 %); Добірна/Пивна (T<sub>c</sub> = 22,2 %; T<sub>ч</sub> = 80,0 %) і Єдність/Відрада (T<sub>c</sub> = 22,2 %; T<sub>ч</sub> = 76,7 %).

**Обговорення.** Формування елементів структури врожайності і характер їх успадкування у ранніх поколіннях є важливим напрямом досліджень, оскільки його вирішення дає можливість прогнозувати селекційну цінність доборів. Нами встановлено, що кількість колосків у головному колосі пшениці м'якої озимі батьківських форм є генетично обумовленою ознакою і формується під впливом генотипу, умов року і взаємодії «генотип-умови року». Аналогічні дані отримано (Sheleporov et al., 2007; Khodanitskiy & Khodanitska, 2017). Встановлено (Lozinskiy, 2018), що найбільший вплив (55,05 %) на формування кількості колосків у головному колосі мав генотип, при цьому умови року впливали на рівні 33,81 %, а взаємодія «генотип-умови року» лише на 10,47 %.

Дослідження (Lytus & Starychenko, 2018) свідчать про значну варіабельність кількості колосків у колосі пшениці м'якої озимі, а отримані нами попередні дані (Lozinskiy & Varnava, 2010) вказують на незначну мінливість ознаки з коефіцієнтом варіації на рівні 4,1–9,7 %.

Проведені дослідження з пшеницею м'якою підтверджують виникнення гетерозису за багатьма ознаками (Singh et al., 2004). Визначені нами показники істинного і гіпотетичного гетерозису, за кількістю колосків у головному колосі, співпадають з дослідженнями (Bakumenko, 2015).

Вивчення ступеню фенотипового домінування для оцінки F<sub>1</sub> використовується науковцями у багатьох культур (Lozinskiy & Varnava, 2010; Lozinska, 2010; Vasyukivskiy & Ivko, 2013; Sylenko & Sylenko, 2013; Lamy & Fait, 2014; Ryperberh, 2014; Kosev, 2014; Bakumenko, 2015; Zaika, 2015; Akimenko et al., 2016; Yakymchuk, 2018; Hudzenko, 2018; Dubovyk et al., 2019; Lozinskiy & Ustynova, 2020).

Найпоширенішим типом успадкування кількості колосків з головного колосу в F<sub>1</sub> нами виявлено позитивне наддомінування. Ці результати є аналогічними з попередніми нашими дослідженнями М. В. Лозинського та Н. С. Варнава

(Lozinskiy & Varnava, 2010) і даними, отриманими в умовах дослідного поля Сумського національного аграрного університету О. М. Бакуменко (Bakumenko, 2015).

Дослідження А. К. Нінієвої (Niniieva, 2012) свідчать, що успадкування кількості колосків головного колосу F<sub>1</sub>, що отримані від схрещування пшениці спельти ярої і пшениці м'якої ярої, відбувалось за від'ємним наддомінуванням і рідше за неповним домінуванням однієї з батьківських форм.

В результаті аналізу популяцій пшениці м'якої озимі F<sub>2</sub> нами виділено рослини, які за кількістю колосків у головному колосі перевищували вихідні форми. Аналогічні дослідження отримані А.К. Нінієвою (Niniieva, 2012). У попередніх дослідженнях М. В. Лозинського та Н. С. Варнава показано значний вплив материнської цитоплазми на формування кількості колосків з головного колосу в популяціях F<sub>2</sub> (Lozinskiy & Varnava, 2010).

**Висновки.** За результатами дослідження встановлено, що кількість колосків у головному колосі, у різних за тривалістю вегетативного періоду сортів пшениці м'якої озимі, є генотипово обумовленим показником, на який значно впливають генотип, умови року і взаємодія «генотип-середовище».

За гібридизації різних за скоростиглістю батьківських форм пшениці м'якої озимі успадкування кількості колосків з головного колосу у більшості F<sub>1</sub> відбувалось за позитивним наддомінуванням. При цьому батьківські компоненти схрещування значно впливали на показник ступеню фенотипового домінування.

За кількістю колосків у головному колосі у більшості F<sub>1</sub> визначений позитивний гіпотетичний та істинний гетерозис, а їх показники значною мірою залежали від компонентів гібридизації. Високий гіпотетичний та істинний гетерозис виявлено у гібридів: Чорнява/Столична (Ht = 23,5 %, Hbt = 18,6 %); Кольчуга/Столична (Ht = 20,0 %, Hbt = 17,8 %); Б.Ц. н/к./Чорнява (Ht = 16,1 %, Hbt = 10,2 %); Золотоколоса/Відрада (Ht = 14,8 %, Hbt = 14,1 %); Чорнява/Відрада (Ht = 15,4 %, Hbt = 10,2 %) і Добірна/Пивна (Ht = 14,2 %, Hbt = 11,4 %).

Позитивний ступінь трансгресії (4,8–33,3 %), за кількістю колосків у головному колосі, визначений у 36 з 42 популяцій F<sub>2</sub>, з частотою рекомбінантів, залежно від підбору батьківських пар, від 3,3 % (Миронівська 61/Єдність) до 96,7 % (Щедра нива/Відрада). Залучення до гібридизації батьківських форм пшениці м'якої озимі різних груп стиглості розширює формотворення в популяціях F<sub>2</sub> і сприяє проведенню до-

борів, що поєднують високі показники кількості колосків у головному колосі з іншими важливими елементами продуктивності.

Подальші дослідження будуть спрямовані на комплексну оцінку відібраних рекомбінантів пшениці м'якої озимої, з

метою створення нового вихідного матеріалу з високим рівнем продуктивності й адаптивності до несприятливих умов Лісостепу України.

#### Бібліографічні посилання:

1. Sharmet, H. (2011). Odomashnyvanye pshenytsy: uroky na budushchee [Domestication of wheat: lessons for the future]. *CR Biol*, 334(3), 212–220 (in Russian).
2. Shpaar, D. (2012). Zernovye kultury: vyrashchivanye, uborka, khranenyne u yspolzovanye [Cereals: cultivation, harvesting, storage and use]. *Yzdatelskyi dom "Zerno"*, Kyiv, 704 (in Russian).
3. Farooq, M.U., Cheema, A.A., Ishaq, I., & Zhu, J. (2018). Correlation and genetic component studies for peduncle length affecting grain yield in wheat. *Int J Adv Appl Sci*, 5, 67–75.
4. Chernobai, Yu. O., Riabchun, V. K., Yarosh, A. V., & Morhunov, O. I. (2019). Elementy produktyvnosti ta vrozhainist zrazkiv pshenytsi m'iaкої ozymoї v zalezhnosti vid pokhodzhennia [Elements of productivity and yield of samples of bread winter wheat depending on the origin]. *Henetychni resursy roslyn*, 24, 47–57 (in Ukrainian).
5. Lytvynenko, M. A. (2011). Realizatsiia potentsialu pshenychnoho polia [Realization of wheat field potential]. *Nasinnystvo*, 6, 1-7 (in Ukrainian).
6. Cherenkov, A. V., Hasanova, I. I., & Solodushko, M. M. (2013). Pshenytsia ozyma – rozvytok ta selektsiia kultury v istorychnomu aspekti [Winter wheat - development and selection of culture in the historical aspect]. *Biuletyn NAAN Ukrainy*, 4, 3–8 (in Ukrainian).
7. Ray, D. K., Mueller, N. D., West, P. C., & Foley, J. A. (2013). Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050. *PLoS ONE*, 8(6), e66428.
8. Kochmarsky, V.S. (2012). Selection of winter soft wheat. *Myronivka Wheat Institute*, 816 (in Ukrainian).
9. Morhun, V. V., Havryliuk, M. M., Oksom, V. P., Morhun, B. V., & Pochynok, V. M. (2014). Vprovadzhennia u vyrobnytstva novykh, stiikykh do stresovykh faktoriv, vysokoproduktyvnykh sortiv ozymoї pshenytsi, stvorenykh na osnovi vykorystannia khromosomnoi inzhenerii ta marker-dopomizhnoi selektsii [Introduction in the production of new, stress-resistant, high-yielding varieties of winter wheat, created on the basis of the use of chromosomal engineering and marker-auxiliary selection]. *Nauka ta innovatsii*, 5, 40–48 (in Ukrainian).
10. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., & Lozynskyi, M. V. (2015). Pryntsyipy pidboru par dlia hibrydzatsii v selektsii ozymoї pshenytsi *T. aestivum* L. na adaptyvniost do umov dovkillia [Principles of selection of pairs for hybridization in selection of winter wheat *T. aestivum* L. for adaptability to environmental conditions]. *Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv*, 16, 92–96 (in Ukrainian).
11. Morhun, V.V. (2016). Vnesok henetyky i selektsii roslyn u zabezpechennia prodovolchoї bezpeky Ukrainy [The contribution of genetics and plant breeding in ensuring food security of Ukraine]. *Visnyk NAN Ukrainy*, 5, 20–23 (in Ukrainian).
12. Akimenko, O.M., Vlasenko, V.A., & Kuzmenko, O.N. (2016). Kombinatsiina zdattnist za masoiu 1000 nasyn sortiv pshenytsi ozymoї z pshenychno-zhytnoiu translokatsiieiu 1al/1rs. [Combination ability by weight of 1000 seeds of winter wheat varieties with wheat-rye translocation 1al / 1rs]. *Visnyk umanskoho natsionalnogo universytetu sadivnytstva*, 1, 59–63 (in Ukrainian).
13. Lozynskyi, M. V. (2018). Adaptyvniost selektsiinykh nomeriv pshenytsi ozymoї, otrymanykh vid skhreshchuvannia riznykh ekotypiv, za kilkistiu koloskiv v holovnomu kolosi [Adaptability of selection numbers of winter wheat, obtained from crossing different ecotypes, by the number of spikelets in the main ear]. *Ahrobiolohiia*, 1(138), 233–243 (in Ukrainian).
14. Riabovol, I., Riabovol, L., Diordiieva, I., Poltoretskyi, S., Lubchenko, A., Kononenko, L., & Kryzhanovskiy, V. (2018). Evaluation of resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of ecologically and geographically remote forms. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8, 24–27.
15. Farooq, S. (1994). Wild species germplasm: A vital source for creation of genetic variability. *IPGRI WANA Newsletter*, 4, 1–2.
16. Vlasenko, V. A., & Kolomiets, L. A. (2008). Seleksiia pshenytsi m'iaкої ozymoї na pidvyshchennia zahalnoi adaptyvniosti [Selection of soft winter wheat to increase overall adaptability]. *Biul. In-tu zern. hosp-va. Dnipropetrovsk*, 5, 83–86 (in Ukrainian).
17. Artemchuk, I. P. (2013). Efficacy of mutagenic factors in induction of practically valuable mutations of winter wheat. *Factors of experimental evolution of organisms*, 3, 114–117 (in Ukrainian).
18. Morhun, B. V., Stepanenko, O. V., Stepanenko, A. I., & Rybalka, O. I. (2015). Molekuliarno-henetychna identyfikatsiia polimorfizmu henu Wx u hibrydakh m'iaкої pshenytsi za dopomohoiu multipleksnykh polimeraznykh lantsiuhovykh reaktsii [Molecular genetic identification of Wx gene polymorphism in bread wheat hybrids using multiplex polymerase chain reactions]. *Fyzyolohiyarastenyi y henetyka*, 1, 25–35 (in Ukrainian).
19. Bakumenko, O. M. (2015). Formuvannia kilkosti koloskiv osnovnogo kolosa v F<sub>1</sub> pshenytsi m'iaкої ozymoї [Formation of the number of spikelets of the main ear in F<sub>1</sub> of soft winter wheat]. *Visnyk Sumskoho natsionalnogo ahrarnogo universytetu. Seriya: Ahronomiia i biolohiia*, 3, 8–12 (in Ukrainian).
20. Pokhylko, S. Y., Schwartau, V. V., Mykhalska, L. M., Dugan O. M., & Morgun B. V. (2016). ICP-MS analysis of bread wheat bearing Gpc-B1 gene of *Triticum turgidum* ssp. *Dicoccoides*. *Biotechnologia Acta*, 5, 64–69.
21. Zaika, Ye. V. (2015). Efekt heterozyosu ta uspadkuvannia hospodarsko tsinnykh oznak u hibrydiv F<sub>1</sub> pshenytsi m'iaкої ozymoї v zoni Pivnichnogo Lisostepu [The effect of heterosis and inheritance of economically valuable traits in F<sub>1</sub> hybrids of bread

winter wheat in the Northern Forest-Steppe zone]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 5(54) (in Ukrainian). Access mode: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2015\\_5\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_19).

22. Yarosh, A. V., Riabchun, V. K., Chetveryk, O. O., & Chernobai, Yu. O. (2019). Stabilnist ta plastychnist masy zerna z kolosu, masy 1000 zeren ta vrozhainosti serednoroslykh ta napivkarlykovykh henotypiv pshenytsi m'iakoi ozymoi [Stability and plasticity of grain weight per ear, weight of 1000 grains and yield of medium and semi-dwarf genotypes of bread winter wheat]. *Henetychni resursy roslyn*, 25, 81–93 (in Ukrainian). doi: 10.36814/pgr.2019.25.06.

23. Bahan, A. V., Yurchenko, S. O., & Shakalii, S. M. (2012). Minlyvist potomstva riznykh morfolohichnykh chastyn kolosa sortiv pshenytsi ozymoi za kilkisnymy oznakamy [Variability of the offspring of different morphological parts of the ear of winter wheat varieties by quantitative characteristics]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 33–35 (in Ukrainian).

24. Kinder, D., & Gooding, M. (2005) Heterosis for yield and its physiological determinants in wheat, 142, 95–100.

25. Nikolova-Andrieieva, Ye. (2011). Zalezhnosti mizh kilkisnymy oznakamy, shcho vyznachaiut produktyvnist klasu v hibrydnykh kombinatsiakh ozymoi pshenytsi zvychnoi / *Triticum aestivum* L / [Relationships between quantitative traits that determine the productivity of the class in hybrid combinations of winter common wheat]. *Nauka i tekhnika, Stara Zahora, Roslynoznavstvo*, 6, 82–87 (in Ukrainian).

26. Perišić, V., Miliwoje, M., Mirjana, S., & Vera Đ. (2011). Nasledivanie duzine klasa i broja zrna u klasu kod hibrida pšenice. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 17, 19–26.

27. Konovalov, Yu. B., Pylnev, V. V., & Pylnev, M. V. (1987). Yzmenenye produktyvnosti kolosa u ozymoi pshenytsy v rezultate selektsyy [Changes in ear productivity in winter wheat as a result of selection]. *Yzvestiya TSKhA*, 4, 47–54 (in Russian).

28. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta*. Moskva: Agropromizdat, 352 (in Russian).

29. Volkodav, V. V. (2003). Metodika derzhavnogo viprobuvannya sortiv roslyn na pridatnist' do poshirennya v Ukraini: Zag. chast. Ohorona prav na sorti roslyn: Oficijnij byuletyn'. *Alefa, Kyiev*, 3, 106 (in Russian).

30. Matzinger, D. F., Mannand, T. J. & Cockerham, C. C. (1962). Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. 2:238 /286.

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

32. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303–321.

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

34. Voskresenskaia, H. S. & Shpota, V. Y. (1967). Tranhressyia pryznakov Brassica y metodyka kolychestvennoho ucheta otogo yavlennya [Transgression of Brassica traits and a method for quantifying this phenomenon]. *Doklad VASKNYL [VASKHNIL reports]*, 7, 18–20 (in Russian).

43. Shelepov, V.V., Havryliuk, M.M. Chebakov, M.P., Honchar, O.M., & Verhunov, V.A. (2007). Seleksiia, nasinnytstvo ta sortoznavstvo pshenytsi [Breeding, seed production and varietal science of wheat]. *UAAN, Myronivskiy in-t pshenytsi im. V.M. Remesla*, 405 (in Ukrainian).

16. Khodanitskiy, V., & Khodanitska, O. (2017). Formuvannia produktyvnosti kolosa v zernakh [Formation of ear productivity in grains]. *Propozytsiia*, 4, 78–80, 27 (in Ukrainian).

23. Lytus, M. V., & Starychenko, V. M. (2018). Dyferentsiatsiia sortozrazkiv pshenytsi m'iakoi ozymoi za kilkisti koloskiv u kolosi [Differentiation of bread winter wheat varieties by the number of ears in the ear]. *Myronivskiy visnyk*, 7, 68–76 (in Ukrainian).

24. Lozinskiy, M.V., & Varnava, N.S. (2010). Determinatsiia kilkosti koloskiv holovnoho kolosu retsyproknymy hibrydamy pshenytsi ozymoi [Determination of the number of spikelets of the main ear by reciprocal hybrids of winter wheat]. *Ahrobiolohiia*, 4(80), 69–72 (in Ukrainian).

39. Singh, H., Sharma, S. N., & Sain, R. S. (2004). Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. *Hereditas*, 2, 106–114.

40. Lozinska, T. P. (2010). Uspadkuvannia hospodarsko tsinnykh oznak u hibrydiv pshenytsi m'iakoi yaroi ta yikh transhresyivna minlyvist [Inheritance of economically valuable traits in bread spring wheat hybrids and their transgressive variability]. *Ahrobiolohiia*, 3(74), 76–78 (in Ukrainian).

41. Vasylykivskiy, S. P., & Ivko, Yu. O. (2013). Efekt heterozysu ta stupin fenotypovoho dominuvannia u hibrydiv F<sub>1</sub> ripaku ozymoho [The effect of heterosis and the degree of phenotypic dominance in F<sub>1</sub> hybrids of winter rape.]. *Ahrobiolohiia*, 10, 5–10 (in Ukrainian).

42. Sylenko, S. I., & Sylenko, O. S. (2013). Uspadkuvannia hospodarsko tsinnykh oznak u hibrydiv F<sub>1</sub> kvasoli zvychnoi v umovakh livoberezhnoi chastyny Lisostepu Ukrainy [Inheritance of economically valuable traits in F<sub>1</sub> hybrids of common beans in the left-bank part of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 33–36 (in Ukrainian).

43. Lamary, N. P., & Fait, V. Y. (2014). Otsenka heterozysa y tyra nasledovanyia dlyny zamykaiushchykh kletok ustyts hibrydov F<sub>1</sub> *Triticum aestivum* L. v polevykh usloviakh [Evaluation of heterosis and the type of inheritance of the length of guard cells of stomata of F<sub>1</sub> hybrids *Triticum aestivum* L. in the field.]. *Visnyk Ukrainskoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv*, 1, 36–43.

44. Ryperberh, E.Y. (2014). Yzuchenye kombynatsyonnoi sposobnosti miahkoi yarovoi pshenytsy (*Triticum aestivum* L.) v systeme dyallelnykh skreshchyvaniy [Study of the combination ability of bread spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in the system of diallel crosses]. *Sbornyk nauchnykh trudov SWorld*, 29(3), 51–58.

45. Kosev, V. (2014). Dreding and Genetic Assessment of Some Quantitatsve Traits in Crosses Forage Pea (*Pisum sativum* L.). *Open Journal of Genetics*, 4, 22–29. doi: 10.4236/ojgen.2014.41004.

49. Yakymchuk, R. A. (2018). Kharakter uspadkuvannia dovezhyzny stebela karlykovymy mutantamy pshenytsi miakoi ozymoi,

отрыманым в зоні Чорнобильскої АЕС [The nature of the inheritance of stem length by dwarf mutants of bread winter wheat obtained in the Chernobyl zone]. *Fyziolohiya rastenyi y henetyka* [Plant physiology and genetics], 1, 46–58 (in Ukrainian).

50. Hudzenko, V.M. (2018). Genetichna determinaciya produktivnogo kushchynnya v dialel'nih skhreshchuvannyah yachmenyu ozimogo v Lisostepu Ukrainy [Genetic determination of productive tillering in diallel crosses of winter barley in the Forest-Steppe of Ukraine.]. *Zbirnik naukovih prac' Umans'kogo NUS*, 92, 17–28 (in Ukrainian).

51. Dubovyk, N. S., Humeniuk, O. V., Kyrylenko, V. V., Misiura, I. I., & Khomenko T. M. (2019). Uspadkuvannia elementiv produktyvnosti kolosa v hibrydiv *F<sub>1</sub> Triticum aestivum* L., stvorenykh za uchasti sortiv nosiiv pshenychno-zhytnikh translokatsii 1AL. 1RS i 1BL. 1RS [Inheritance of ear productivity elements in hybrids of *F<sub>1</sub> Triticum aestivum* L., created with the participation of varieties of carriers of wheat-rye translocations 1AL. 1RS and 1BL. 1RS]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(1), 5–12 (in Ukrainian).

52. Lozinskyi, M. V., & Ustynova, H. L. (2020). Uspadkuvannia v *F<sub>1</sub>* i transhresyyna minlyvist v *F<sub>2</sub>* dovzhyny holovnoho kolosu za skhreshchuvannia riznykh za skorostyhlishti sortiv pshenytsi miakoi ozymoi [Inheritance in *F<sub>1</sub>* and transgressive variability in *F<sub>2</sub>* of the length of the main ear by crossing different early maturing varieties of bread winter wheat]. *Ahrobiolohiia*, 2, 70–78.

53. Niniieva, A. K. (2012). Uspadkuvannia oznak produktyvnosti kolosa hibrydamy spelyi yaroi (t. spelta l.) iz pshenytsiu miakoiu yaroiu [Inheritance of ear productivity traits by hybrids of spring spelled (t. spelta l.) With bread spring wheat.]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii*, 4, 36–41 (in Ukrainian).

**Lozinsky M. V.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Ustynova H. L.**, PhD student, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Obrazhii S. V.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

#### **WHEAT VARIETIES FROM HYBRIDIZATION OF DIFFERENT VEGETATION DURATION: INHERITANCE AND FORMATION BY THE NUMBER OF EARS**

*In 2017–2019, 42  $F_1$  and  $F_2$  populations of bread winter wheat obtained from hybridization of varieties that differ in vegetation period were studied in the experimental field of the research and production center of Bila Tserkva National Agrarian University. The aim of the study was to determine the heterosis and the degree of phenotypic dominance in  $F_1$  and transgressive variability in  $F_2$  by the number of spikelets in the main ear, when using in hybridization of different bread winter wheat varieties.*

*It was found that during the years of research, in the parental forms the number of spikelets in the main ear was 15.7–18.0, and their formation was significantly influenced by genotype, year conditions and their interaction. The majority of  $F_1$  by the number of spikelets in the ear exceeded the original forms, with high rates (21.0–19.2) in Chorniava / Stolychna, Bilotserkivska napivkarlykova / Chorniava, Chorniava / Vidrada, Kolchuga / Stolychna. In 39 from the 42 hybrids, the inheritance of the spikelets number from the main ear occurred by positive dominance. High hypothetical ( $Ht = 23.5–15.4\%$ ) and true ( $Hbt = 18.6–10.2\%$ ) heterosis was found in  $F_1$  Chorniava / Stolychna, Kolchuga / Stolychna, Bilotserkivska napivkarlykova / Chorniava, Chorniava / Vidrada, Zolotokolosa / Vidrada.*

*In 85.7% of  $F_2$  populations, a positive degree of transgressions with the maximum manifestation of the spikelets number in the main ear (20–24) was determined in recombinants, which indicates a significant shaping process and the possibility of selection on the basis of the studied trait. The maximum number of spikelets in the main ear (22–24) was formed by the majority of populations in which the varieties Myronivska Rannia, Kolchuga, Zolotokolosa, Chorniava and Antonivka were used as maternal forms. The frequency of transgressive recombinants in these populations was 3.3–96.7%.*

**Key words:** bread winter wheat, early maturity of varieties, combinations of crossing, inheritance, hybrids, true and hypothetical heterosis, degree of phenotypic dominance, population  $F_2$ , degree and frequency of positive transgressions.

*Дата надходження до редакції: 30.12.2020 р.*