

УДК 631.527.8:575.22:633.111"324"

Вплив генотипу і умов року на трансгресивну мінливість за довжиною стебла у популяції другого покоління пшениці м'якої озимоїЛозінський М.В. , Устинова Г.Л. , Федорук Ю.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

✉ ustanovaGL@ukr.net



Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Федорук Ю.В. Вплив генотипу і умов року на трансгресивну мінливість за довжиною стебла у популяції другого покоління пшениці м'якої озимої. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2022. № 2. С. 56–67.

Lozinskiy M., Ustinova H., Fedoruk Yu. The influence of genotype and year conditions on the transgressive variability of stem length in populations of the second generation of soft winter wheat. «Agrobiology», 2022. no. 2, pp. 56–67.

Рукопис отримано: 08.11.2022 р.
Прийнято: 23.11.2022 р.
Затверджено до друку: 27.12.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2022-174-2-56-67

У 2019–2020 рр. в умовах дослідного поля Білоцерківського НАУ досліджували гібридні популяції F_2 , створені схрещуванням сортів пшениці м'якої озимої, які різняться тривалістю вегетаційного періоду. Метою роботи було встановлення ступеня і частоти трансгресій за довжиною головного стебла залежно від метеорологічних умов року і підібраних до гібридизації батьківських форм та відібрати селекційно цінні рекомбінанти для подальших досліджень.

У 2019 р. в 40 із 42 популяцій F_2 встановлено лише позитивний ступінь трансгресії за довжиною головного стебла від 2,5 % (Миронівська рання/Кольчуга) до 53,8 % (Золотоколоса/Щедра нива). За використання материнською цитоплазмою ранньостиглих сортів у чотирьох популяцій всі рослини перевищили крайні максимальні значення батьків, а за гібридизації середньоранніх, середньостиглих, середньопізніх сортів досліджено 13 таких комбінацій.

В умовах 2020 р. за гібридизації материнською формою ранньостиглих сортів лише у шести з 20 популяцій виділені позитивні трансгресивні рекомбінанти, в дев'яти – від'ємні. У 13 з 21 популяції створених схрещуванням середньоранніх, середньостиглих, середньопізніх сортів відібрані від'ємні трансгресивні рекомбінанти. Водночас позитивних трансгресій не виявлено.

Підбір різних за скоростиглістю батьківських пар до гібридизації розширює формотворення в популяції F_2 пшениці м'якої озимої і сприяє добору як позитивних, так і від'ємних трансгресивних рекомбінантів за довжиною головного стебла. Встановлено значний вплив метеорологічних умов і вихідних форм гібридизації на формування довжини стебла і прояв крайніх максимальних та мінімальних значень в популяції другого покоління пшениці м'якої озимої.

Використання в гібридизації ранньостиглої цитоплазми має більший вплив на позитивну трансгресивну мінливість довжини головного стебла у популяції F_2 порівняно з середньоранніми, середньостиглими і середньопізніми материнськими формами.

Ключові слова: ступінь і частота трансгресій, пшениця м'яка озима, групи стиглості, батьківські форми, довжина головного стебла, популяції F_2 .

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Пшениця (*T. aestivum* L.) – стратегічно важлива для України культура як для внутрішнього споживання, так і експортного потенціалу, тому актуальним завданням сільськогосподарського виробництва країни є суттєве збільшення виробництва і покращення якості її зерна.

Вагомим чинником підвищення і стабілізації врожайності зерна високої якості пшениці м'якої озимої, є створення і впровадження у виробництво нових високопродуктивних, адаптованих до умов вирощува-

ння сортів [1–3]. В умовах інтенсивного землеробства лише стійкі до вилягання сорти здатні ефективно використовувати підвищені дози мінеральних добрив [1]. Сорт, як біологічний засіб виробництва, має поєднувати в генотипі максимальну кількість господарсько корисних ознак і властивостей, що сприятиме формуванню високої врожайності і якості зерна [4–6].

Важливі фізіологічні функції фотосинтезу і транспортування метаболітів в онтогенезі пшениці виконує стебло [7, 8], а його морфологічні і анатомічні особливості виз-

начають стійкість рослин до вилягання [8, 9]. Довжину стебла, як кількісну ознаку, що впливає на формування елементів структури врожайності, завжди враховують селекціонери за розробки моделі сорту [10].

Згідно з класифікацією ВВСН пшениця проходить 10 основних макростадій: проростання зерна; розвиток листя; кущіння; вихід у трубку; формування колосів; колосіння; цвітіння; молочна стиглість зерна; воскова стиглість зерна; повна стиглість зерна. Ріст стебла розпочинається з 30 мікростадії (початок витягування пагонів) макростадії – вихід у трубку та триває до 69 мікростадії (кінець цвітіння) і, як генетично обумовлена ознака, значно піддається впливу умов навколишнього середовища. Встановлено, що на середньорослі генотипи чинник умови року (83,3 %) мав більший вплив, ніж в напівкарликів – 68,0 % [11].

В генетичному потенціалі роду *Triticum* L. відомо про більш як 20 специфічних генів (*Rht1–Rht20*), що контролюють довжину стебла і обумовлюють формотворення. Водночас, рецесивні чи домінантні алелі 10 генів, які зумовлюють короткостебловість [8], за даними Морріса (цит. за Я. Леллі) [12] локалізовані в 17 хромосомах. У такий спосіб довжина стебла через взаємодію генів, тісно пов'язана з іншими важливими ознаками і властивостями.

В практичній селекційній роботі з пшеницею основним методом створення вихідного матеріалу є внутрішньовидова (міжсортова) гібридизація [13, 14] з подальшим доббором селекційно цінних рекомбінантів та трансгресивних форм [13, 15]. В результаті підбору батьківських форм для схрещування в новому генотипі поєднуються домінантні і адитивні гени [10], які обумовлюють господарсько цінні ознаки і властивості, що сприяє підвищенню потенціалу продуктивності та стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища [14]. Для розширення генотипової мінливості за довжиною стебла до гібридизації з місцевими адаптованими сортами необхідно залучати генотипи інших екотипів [15]. Водночас добір рекомбінантних біотипів з гібридних популяцій має бути спрямований на підвищення їх специфічної адаптації до біотич-

них і абіотичних чинників середовища [16].

У гібридних поколіннях (починаючи з другого) можливе виникнення фенотипів, у яких прояв тієї чи іншої ознаки виходить за межі батьківських компонентів гібридизації, що називають трансгресивним розщепленням [17]. Добір таких генотипів з подальшою їх генетичною стабілізацією може суттєво підвищити ефективність селекційного процесу [18]. Водночас, немає чітких рекомендацій застосування трансгресивної мінливості в селекції [19], як і єдиного пояснення її генетичного явища [20, 21]. У зв'язку з цим для підвищення продуктивного і адаптивного потенціалу пшениці м'якої озимої актуальним напрямом досліджень є встановлення закономірностей формування в гібридних популяціях трансгресивних рекомбінантів за довжиною стебла.

Метою дослідження було визначення ступеня і частоти трансгресій за довжиною головного стебла у популяції другого покоління, отриманих залученням до гібридизації різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів пшениці м'якої озимої, залежно від підбору батьківських пар для схрещування і умов року, та добір селекційно цінних рекомбінантів для подальших досліджень.

Матеріал та методика дослідження. В умовах дослідного поля науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ у 2019–2020 рр. досліджували гібридні популяції другого покоління, створені схрещуванням сортів пшениці м'якої озимої, а саме: Миронівська рання (Мир. рання), Кольчуга, Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.) – ранньостиглі; Золотоколоса (Золотокол.), Чорнява, Щедра нива – середньоранні; Столична, Відрада, Миронівська 61 (Мир. 61), Антонівка, Єдність – середньостиглі; Добірна, Пивна і Вдала – середньопізні. Насіння популяцій F₂ і батьківських форм висівали вручну за схемою ♀–F₂–♂ з міжряддям 15 см. Біометричні аналізи проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності [22]. Агротехніка – загальноприйнята для вирощування пшениці м'якої озимої в Лісостепу України. Попередник – гірчиця. Ступінь та частоту від'ємних і позитивних трансгресій за довжиною головного стебла визначали відповідно до

методики Г.С. Воскресенської і В.І. Шпота [23]. Статистичну обробку отриманих даних здійснювали за програмою “Statistica”, версія 6.0. Для оцінки метеорологічних умов року користувалися гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) – за Селяніновим [24], який враховує як надходження води у вигляді опадів, так і сумарну їх витрату на випаровування, яку визначають температурою повітря за цей же час і вираховують за формулою:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum O}{0,1 * \sum t^{\circ}}$$

де $\sum O$ – кількість опадів за період з температурами вище 10 °С, мм;

$\sum t^{\circ}$ – сума температур вище 10 °С за той же час зменшена у 10 разів.

Вважається, що за ГТК < 0,4 – дуже

сильна посуха, від 0,4 до 0,5 – сильна посуха, від 0,5 до 0,6 – середня посуха, від 0,7 до 0,9 – слабка посуха, від 1,0 до 1,5 – достатньо волого, > 1,5 – надмірно волого.

Результати дослідження та обговорення. Метеорологічні умови, що склалися на час сівби (1 жовтня) у 2018–2019 рр. сприяли отриманню дружніх сходів, хоча у вересні 2019 р. на 15,8 мм випало менше опадів за середні багаторічні показники. Кількість опадів за жовтень і до припинення вегетації у 2018 р. (12.11) і 2019 р. (21.11) була на 23,9 і 38,1 мм відповідно меншою за багаторічні показники. Оподи зимового періоду 2018–2019 рр. (149,3 мм) значно перевищили середньобагаторічні показники (112 мм), а за відповідні місяці 2019–2020 рр. були меншими на 15,9 мм за багаторічні дані. Температурний режим зимових досліджуваних періодів сприяв успішній перезимівлі рослин пшениці (табл. 1).

Таблиця 1 – Метеорологічні умови у 2018–2020 рр. (за даними Білоцерківської метеостанції)

Місяць	Декада	Опади, мм				Температура, °С			
		2018	2019	2020	багаторічні дані	2018	2019	2020	багаторічні дані
Вересень		47,9	19,2		35	16,2	15,3		13,8
Жовтень		22,0	66,1		33	9,9	10,6		7,9
Листопад		23,1	23,4		41	-0,1	5,0		2,0
Грудень		71,1	35,1		44	-2,0	2,5		-2,4
Січень			56,8	22,6	35		-4,8	0,4	-5,9
Лютий			21,4	38,4	33		0,4	2,2	-4,4
Березень			23,4	17,2	30		4,7	5,9	0,3
Квітень	I		-	-	14		9,6	7,9	7,0
	II		14,2	5,5	17		7,3	8,0	7,8
	III		31,3	7,7	16		13,2	11,7	10,4
Травень	I		26,7	30,8	16		12,1	12,8	13,3
	II		15,3	17,6	12		18,3	13,2	15,3
	III		12,0	53,9	18		19,3	11,5	15,8

Вегетація пшениці м'якої озимої впродовж місяця від часу її відновлення у 2019 р. (02.03) і 2020 р. (28.02) відбувалася за невисоких температур 4,4–4,9 °С і 4,1–7,6 °С відповідно. Фактична кількість опадів була меншою на 6,6 мм у 2019 р. і 12,8 мм – 2020 р. за середньобагаторічні показники.

Ріст і розвиток пшениці в першій декаді квітня проходив за підвищеного температурного режиму 9,6 °С (2019 р.) і 7,9 °С (2020 р.) за повної відсутності опадів. Друга декада квітня 2019–2020 рр. характеризувалася близькою до середньобагаторіч-

ної температури і меншою кількістю опадів, особливо у 2020 р. У 2019 р. від переходу температури повітря через 10 °С до кінця травня, рослини пшениці м'якої озимої були достатньо забезпечені вологою – ГТК-1,3. В умовах 2020 р. вегетація пшениці в третій декаді квітня відбувалася за слабкої посухи (ГТК-0,7). Оподи травня 2020 р. дещо покращили вологозабезпеченість рослин. У II–III декадах травня 2019 р. відмічали перевищення температурного режиму на 3,0 і 3,5 °С відповідно над середньобагаторічними показниками. Середня тем-

пература повітря травня 2020 р. була значно меншою (12,5 °С) за багаторічні дані (14,8 °С).

Аналіз метеорологічних умов свідчить про відмінності за температурним режимом і розподілом опадів досліджуваних років у період формування довжини стебла. Також погодні умови вплинули на час припинення осінньої і відновлення весняної вегетації пшениці м'якої озимої.

У практичній селекційній роботі з самозапильними культурами значна частина науковців проводить добір з гібридних популяцій трансгресивних рекомбінантів, які за кількісними ознаками є відмінними від вихід-

них форм та використовуються ними для створення нового вихідного матеріалу і сортів [10, 25–28].

У 2019 р. в усіх популяціях F₂, створених за використання материнською цитоплазмою ранньостиглих сортів, встановлено позитивний ступінь трансгресії за довжиною стебла від 2,5 % (Мир. рання/Кольчуга) до 38,0 % – Б.Ц. н/к./Єдність. Частота позитивних рекомбінантів залежно від походження популяцій знаходилась в межах 20,0–100,0 %. Крайній максимальний прояв довжини головного стебла в популяції F₂ сягав 83,0–110,0 см, за показників у вихідних форм – 67,0–81,0 см (табл. 2).

Таблиця 2 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за довжиною головного стебла в популяціях F₂, отриманих за використання материнської форми ранньостиглих сортів (2019 р.)

Популяції F ₂	Довжина стебла, см					Трансгресії	
	середнє			максимальний прояв		T _c , %	T _ч , %
	♀	♂	F ₂	батьківської форми	F ₂		
♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі							
Мир. рання / Б.Ц. н/к.	68,1	59,5	88,6	81,0	108,0	33,3	80,0
Мир. рання / Кольчуга	68,1	66,1	79,3	81,0	83,0	2,5	20,0
Б.Ц. н/к. / Кольчуга	59,5	66,1	75,8	80,3	83,0	3,4	20,0
♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні							
Мир. рання / Золотокол.	68,1	51,6	87,4	81,0	91,0	12,3	90,0
Мир. рання / Чорнява	68,1	64,1	81,4	81,0	90,0	11,1	56,7
Б.Ц. н/к. / Золотокол.	59,5	51,6	82,7	67,0	90,0	34,3	100,0
Б.Ц. н/к. / Чорнява	59,5	64,1	78,3	73,5	84,0	14,3	53,3
Кольчуга / Чорнява	66,1	64,1	81,3	80,3	90,0	12,1	56,7
♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі							
Мир. рання / Антонівка	68,1	58,0	86,1	81,0	99,0	22,2	83,3
Мир. рання / Єдність	68,1	58,7	89,8	81,0	103,0	27,2	80,0
Б.Ц. н/к. / Антонівка	59,5	58,0	78,4	67,0	83,0	23,9	100,0
Б.Ц. н/к. / Єдність	59,5	58,7	86,2	71,0	98,0	38,0	100,0
Б.Ц. н/к. / Відрада	59,5	62,0	85,2	73,0	97,0	32,9	90,0
Кольчуга / Антонівка	66,1	58,0	83,0	80,3	95,0	18,3	80,0
Кольчуга / Єдність	66,1	58,7	90,4	80,3	110,0	37,0	83,3
Кольчуга / Відрада	66,1	62,0	86,0	80,3	95,0	18,3	74,1
Кольчуга / Столична	66,1	61,7	84,9	80,3	90,0	12,1	90,0
♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні							
Мир. рання / Вдала	68,1	67,3	87,1	81,0	99,0	22,2	73,3
Мир. рання / Добірна	68,1	61,1	84,6	81,0	93,0	14,8	67,9
Б.Ц. н/к. / Добірна	59,5	61,1	81,4	67,3	90,0	33,7	100,0

За крайнім мінімальним проявом довжини стебла (65,0–78,0 см) всі популяції F₂ (рис. 1) перевищували батьківські форми (33,0–55,0 см) (рис. 2), що свідчить про відсутність у них від'ємних трансгресивних рекомбінантів.

Від'ємні трансгресивні форми за довжиною головного стебла у 2020 р. виділені

у дев'яти з 20 популяцій F₂ за ступеня трансгресій від -1,8 % (Мир. рання/Добірна) до -62,0 % – Мир. рання/Кольчуга. Частота від'ємних трансгресивних форм змінювалася від 6,7 % (Кольчуга/Відрада) до 100,0 % – Мир. рання/Б.Ц. н/к., Мир. Рання/Кольчуга, Мир. рання/Золотокол., в яких середня довжина стебла 25,9–30,5 см (табл. 4).

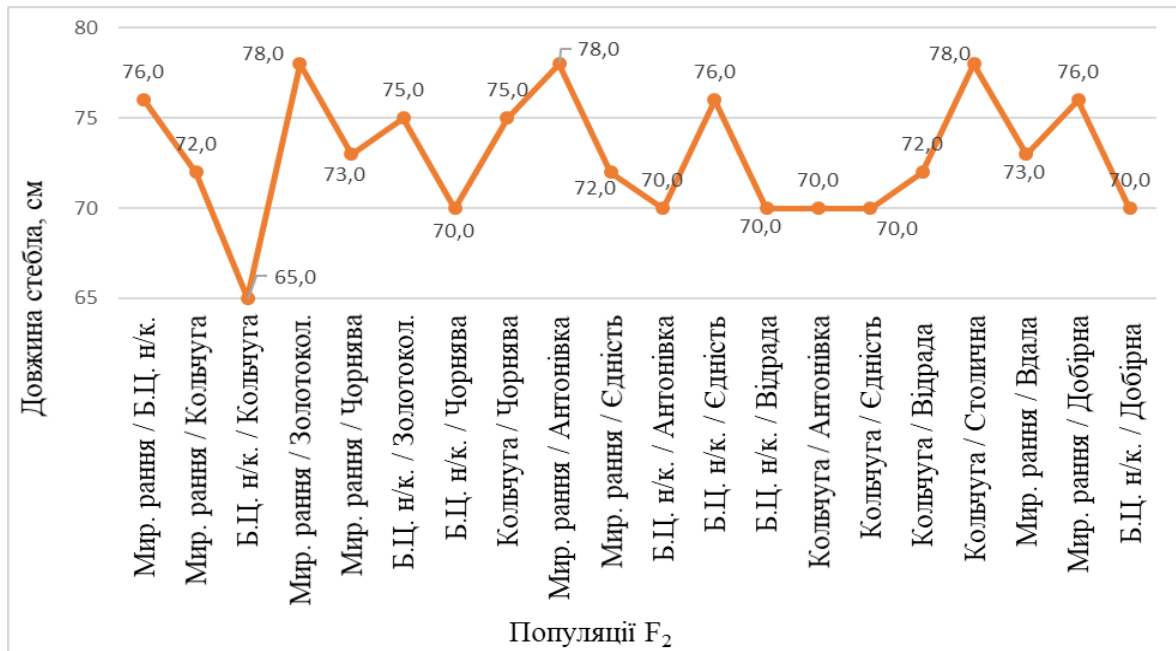


Рис. 1. Мінімальний прояв довжини головного стебла в популяції F₂, отриманих за використання материнською формою ранньостиглих сортів (2019 р.).

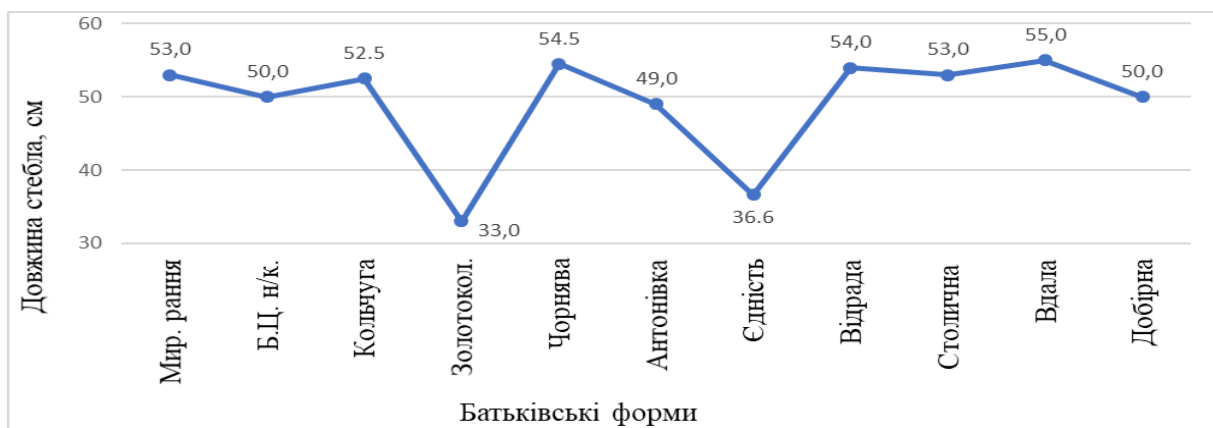


Рис. 2. Мінімальний прояв довжини головного стебла батьківських форм (2019 р.).

Таблиця 3 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за довжиною головного стебла в популяціях F₂, отриманих за гібридизації материнською формою ранньостиглих сортів (2020 р.)

Популяції F ₂	Довжина стебла, см					Трансгресії	
	середнє			максимальний прояв		T _c , %	T _ч , %
	♀	♂	F ₂	батьківської форми	F ₂		
♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні							
Мир. рання / Чорнява	78,1	78,0	75,4	86,0	90,0	4,7	13,3
Б.Ц. н/к. / Золотокол.	60,8	74,1	81,2	79,5	88,1	10,8	56,7
♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі							
Мир. рання / Антонівка	78,1	74,7	85,4	85,5	94,0	9,9	53,3
Мир. рання / Єдність	78,1	75,1	76,4	89,0	91,5	2,8	3,3
♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні							
Мир. рання / Вдала	78,1	69,3	67,4	85,5	87,0	1,8	10,0
Б.Ц. н/к. / Добірна	60,8	66,4	72,4	72,0	80,0	11,1	56,7

Таблиця 4 – Ступінь і частота від’ємних трансгресій за довжиною головного стебла в популяціях F₂, отриманих за використання материнською формою ранньостиглих сортів (2020 р.)

Популяції F ₂	Довжина стебла, см					Трансгресії	
	середнє			мінімальний прояв		T _c , %	T _ч , %
	♀	♂	F ₂	батьківської форми	F ₂		
♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі							
Мир. рання / Б.Ц. н/к.	78,1	60,8	25,9	54,0	24,5	-54,6	100
Мир. рання / Кольчуга	78,1	79,5	27,5	68,5	26,0	-62,0	100
♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні							
Мир. рання / Золотокол.	78,1	74,1	30,5	68,0	27,0	-60,3	100
Мир. рання / Чорнява	78,1	78,0	75,4	69,0	61,0	-11,6	26,7
Кольчуга / Чорнява	92,0	78,0	70,8	68,5	61,5	-10,2	26,7
♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі							
Мир. рання / Єдність	78,1	75,1	76,4	68,0	65,0	-4,4	13,3
Кольчуга / Відрада	92,0	80,9	73,8	68,5	67,0	-2,2	6,7
Кольчуга / Столична	92,0	75,1	71,2	65,0	63,0	-3,1	13,3
♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні							
Мир. рання / Добірна	78,1	66,4	64,3	62,0	60,9	-1,8	16,7

За гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів 20 із 22 досліджуваних популяцій F₂ у 2019 р. за довжиною головного стебла мали позитивний

ступінь трансгресії (8,3–53,8 %) з частотою рекомбінантів 63,3–100,0 %. Водночас у 13 популяцій частота позитивних трансгресивних форм становила 100,0 % (табл. 5).

Таблиця 5 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за довжиною головного стебла в популяціях F₂ за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів (2019 р.)

Популяції F ₂	Довжина стебла, см					Трансгресії	
	середнє			максимальний прояв		T _c , %	T _ч , %
	♀	♂	F ₂	батьківської форми	F ₂		
♀ середньоранні / ♂ середньоранні							
Золотокол. / Чорнява	51,6	64,1	87,3	73,5	95,0	29,6	100,0
Золотокол. / Щедра нива	51,6	50,8	82,8	62,4	96,0	53,8	100,0
Чорнява / Щедра нива	64,1	50,8	87,3	73,5	90,0	22,5	100,0
♀ середньоранні / ♂ середньостиглі							
Золотокол. / Антонівка	51,6	58,0	73,0	65,5	76,0	16,0	100,0
Золотокол. / Єдність	51,6	58,7	73,5	71,0	86,0	21,1	90,0
Золотокол. / Відрада	51,6	62,0	90,3	73,0	100,0	37,0	100,0
Золотокол. / Столична	51,6	61,7	86,2	67,0	95,0	41,8	100,0
Чорнява / Антонівка	64,1	58,0	80,9	73,5	85,0	15,6	96,7
Чорнява / Єдність	64,1	58,7	87,6	73,5	100,0	36,1	96,7
Чорнява / Відрада	64,1	62,0	84,4	73,5	100,0	36,1	100,0
Чорнява / Столична	64,1	61,7	84,4	73,5	90,0	22,5	100,0
Щедра нива / Антонівка	50,8	58,0	76,0	65,5	83,0	26,1	100,0
Щедра нива / Відрада	50,8	62,0	80,9	73,0	90,0	23,3	96,7
♀ середньоранні / ♂ середньопізні							
Щедра нива / Добірна	50,8	61,1	72,9	67,3	80,0	18,9	80,0
♀ середньоранні / ♂ середньопізні							
Антонівка / Єдність	58,0	58,7	82,0	71,0	90,0	26,8	100,0
Антонівка / Відрада	58,0	62,0	73,6	73,0	80,0	9,6	63,3
Антонівка / Столична	58,0	61,7	80,9	67,0	85,0	26,9	100,0
Мир. 61 / Єдність	69,2	58,7	75,6	86,0	81,0	-	-
Єдність / Відрада	58,7	62,0	86,8	73,0	93,0	27,4	100,0
♀ середньостиглі / ♂ середньопізні							
Єдність / Добірна	58,7	61,1	57,6	71,0	60,5	-	-

Продовження табл. 5

	♀ середньопізні / ♂ середньостиглі						
Вдала / Столична	67,3	61,7	80,0	78,0	84,5	8,3	63,3
	♀ середньопізні / ♂ середньопізні						
Добірна / Пивна	61,1	58,5	72,6	68,0	75,0	10,3	100,0

За крайнім мінімальним проявом довжини стебла 53,0–83,0 см (рис. 3) у 2019 р. всі популяції F₂ мали значно вищі показ-

ники за батьківські форми – 33,0–56,5 см (рис. 4).

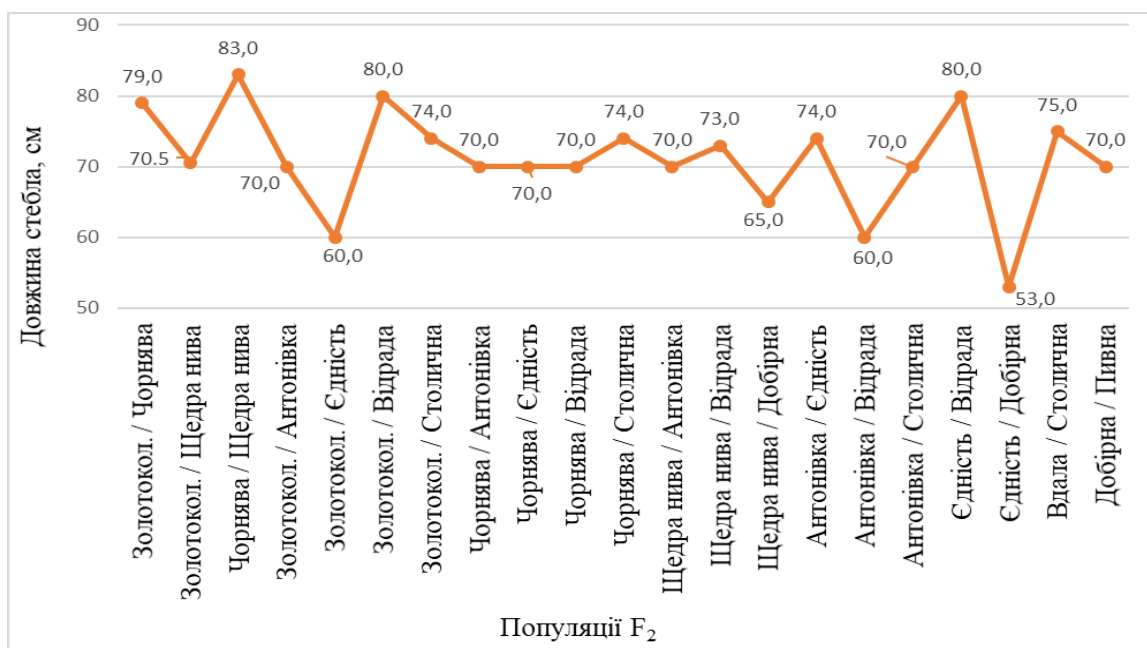


Рис. 3. Мінімальний прояв довжини головного стебла в популяції F₂, отриманих за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів (2019 р.).

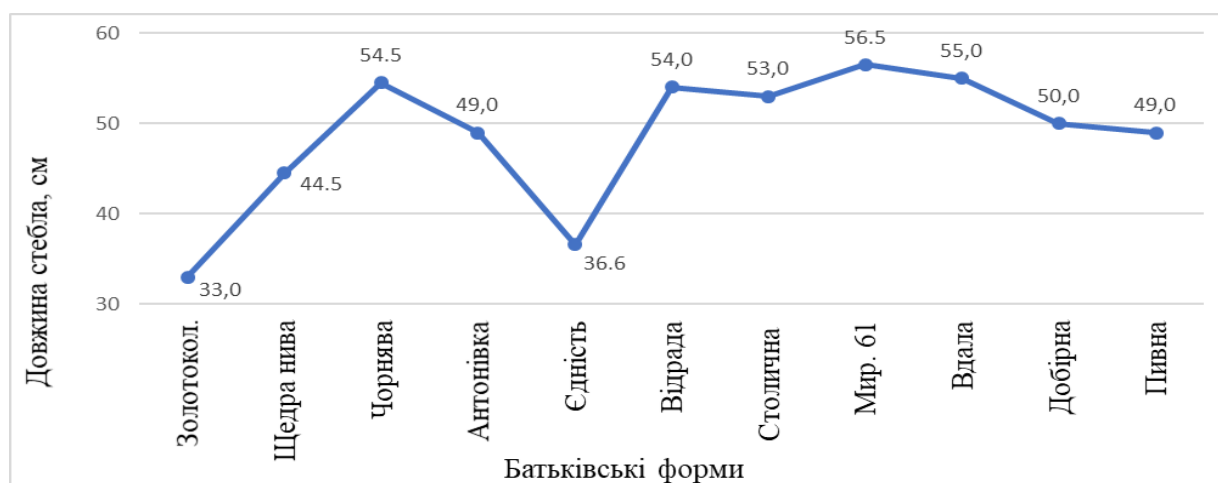


Рис. 4. Мінімальний прояв довжини головного стебла в середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх батьківських форм (2019 р.).

У 2020 р. крайній максимальний прояв довжини стебла популяцій F₂ (64,5–81,5 см) (рис. 5) був менший, ніж у батьківських

форм (79,5–89,5 см) (рис. 6), що вказує на відсутність у них позитивних трансгресивних рекомбінантів.

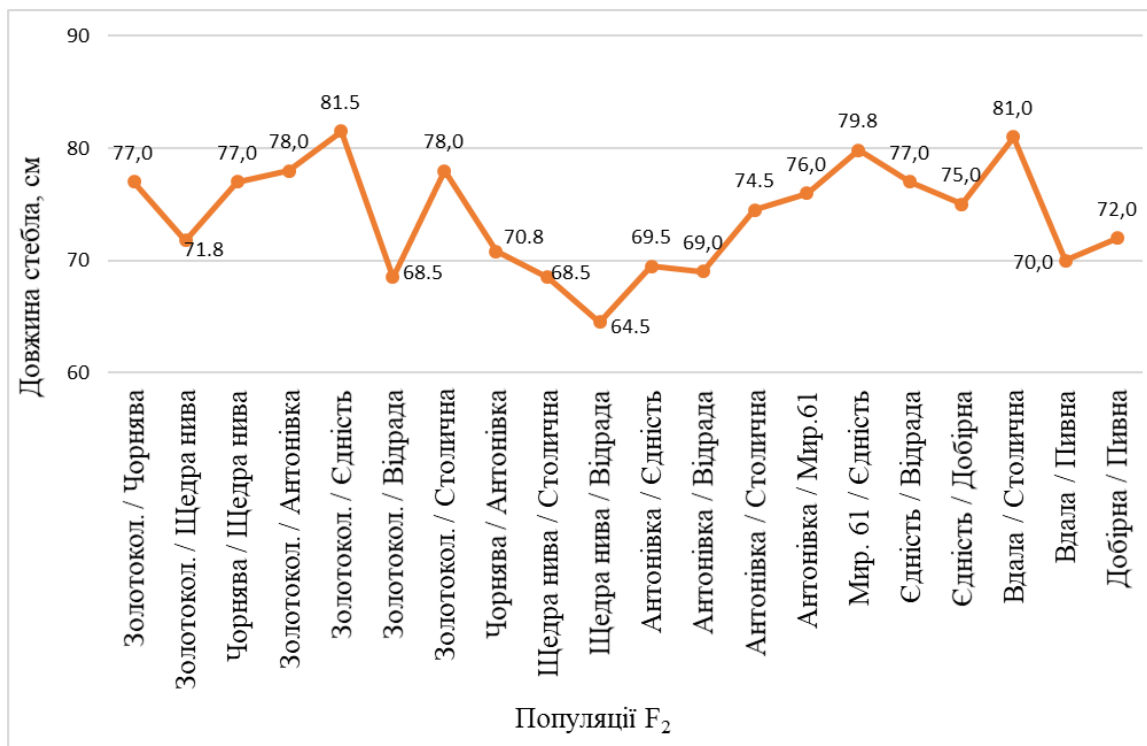


Рис. 5. Максимальний прояв довжини головного стебла в популяції F₂, отриманих за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів (2020 р.).

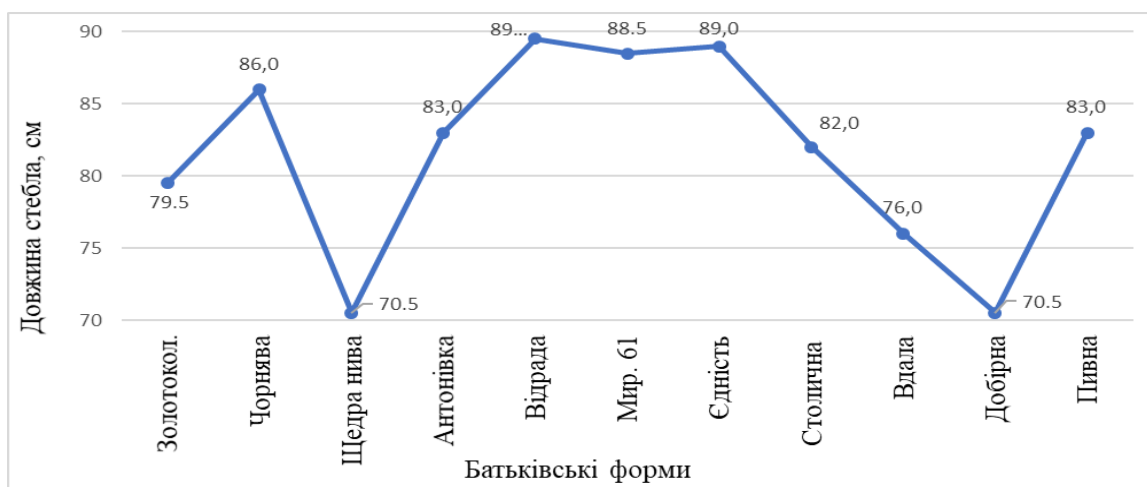


Рис. 6. Максимальний прояв довжини головного стебла в середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх батьківських форм (2020 р.).

Від’ємні трансресивні форми, за довжиною стебла, у F₂ досліджено в більшості комбінацій схрещування середньоранніх сортів

з середньостиглими, середньоранніх з середньопізніми та в популяції Золотокол./Чорнява, Добірна/Пивна (табл. 6).

Таблиця 6 – Ступінь і частота від’ємних трансресій за довжиною головного стебла в популяціях F₂, отриманих за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів (2020 р.)

Популяції F ₂	Довжина стебла, см					Трансресії	
	середнє			мінімальний прояв		T _c , %	T _ч , %
	♀	♂	F ₂	батьківської форми	F ₂		
♀ середньоранні / ♂ середньоранні							
Золотокол. / Чорнява	74,1	78,0	69,4	68,0	66,0	-2,9	13,3
♀ середньоранні / ♂ середньостиглі							
Золотокол. / Єдність	74,1	75,1	71,4	68,0	57,5	-15,4	30,0

Продовження табл. 6

Золотокол. / Відрада	74,1	80,9	62,8	68,0	57,5	-15,4	83,3
Золотокол. / Столична	74,1	75,1	70,8	65,0	62,4	-4,0	20,0
Чорнява / Антонівка	78,0	74,7	64,4	62,5	51,9	-17,0	33,3
Щедра нива / Столична	65,1	75,1	64,4	61,0	59,0	-3,3	16,7
Щедра нива / Відрада	65,1	80,9	57,1	61,0	51,0	-16,4	8,3
♀ середньоранні / ♂ середньопізні							
Антонівка / Відрада	74,7	80,9	58,2	62,5	48,5	-22,4	63,3
Антонівка / Столична	74,7	75,1	65,9	62,5	56,0	-10,4	30,0
Антонівка / Мир.61	74,7	79,3	68,3	62,5	60,5	-3,2	6,7
Мир. 61 / Єдність	79,3	75,1	70,7	68,0	60,0	-11,8	23,3
Єдність / Відрада	75,1	80,9	70,0	68,0	64,0	-5,9	30,0
♀ середньопізні / ♂ середньопізні							
Добірна / Пивна	66,4	75,0	64,6	62,0	61,5	-0,8	3,3

Найбільшу кількість від'ємних трансгресивних рекомбінантів за довжиною стебла відібрано у Золотокол./Єдність (83,3 %), Антонівка/Відрада (63,3 %), Чорнява/Антонівка (33,3 %).

Висновки. 1. Підбір різних за скоростиглістю батьківських пар до гібридизації розширює формотворення в популяції F₂ пшениці м'якої озимої і сприяє добору як позитивних, так і від'ємних трансгресивних рекомбінантів за довжиною головного стебла.

2. Встановлено значний вплив метеорологічних умов і вихідних батьківських форм гібридизації на формування довжини стебла і прояв крайніх максимальних і міні-

мальних значень в популяції другого покоління пшениці м'якої озимої, що сприяє розширенню трансгресивної мінливості.

3. Використання в гібридизації ранньостиглої цитоплазми має більший вплив на позитивну трансгресивну мінливість довжини головного стебла у популяції F₂ порівняно із середньоранніми, середньостиглими і середньопізніми материнськими формами.

Перспективою подальших досліджень є проведення комплексної оцінки виділених добром трансгресивних рекомбінантів за довжиною головного стебла і встановлення їх селекційної цінності в наступних поколіннях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В., Дубова О.А. Особливості формування довжини стебла у селекційних номерів пшениці озимої залежно від їх генотипів та умов вирощування. Агробіологія. 2015. № 1. С. 11–15.
- Egamov I.U., Siddikov R.I., Rakhimov T.A., Yusupov N.K. Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated Conditions. International Journal of Modern Agriculture. 2021. № 10 (2). P. 2491–2506.
- Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight / M. Lozinskiy et al. Agronomy Research. 2021. Vol. 19. № 2. P. 540–551. DOI: 10.15159/ar.21.071
- Адаптивний потенціал вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої ярої / С.О. Хоменко та ін. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2017. Вип. 21. С. 221–224. DOI: 10.7124/FEEO.v21.839
- Селекція ячменю ярого на підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу / В.М. Гудзенко та ін. Селекція і насінництво. 2017. Вип. 111. С. 51–60.
- Лозінський М.В., Бурденюк-Тарасевич Л.А., Дубова О.А. Типи успадкування кількості зерен з рослини у гібридів F₁ і формотворчий процес в гібридних популяціях F₂ пшениці м'якої озимої, отриманих від гібридизації різних екотипів. Агробіологія. 2016. № 2 (128). С. 45–51. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579>
- Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Озима пшениця. Львів: НВФ “Українські технології”, 2006. 216 с.
- Орлюк А.П. Генетика пшениці з основами селекції: монографія. Херсон: Айлант, 2012. 436 с.
- Борисенко В.А., Грицевич Г.М., Лісничук Г.М., Савчук О.І. Селекція озимої пшениці в умовах Західного лісостепу України. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: у 4 т. / за ред. В.В. Моргуна (голов. ред.) та ін. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 474–480.
- Variation and transgressive variability of the stem length in F₁ and F₂ soft spring whea under conditions of foreststeppe of Ukraine / S. Vakhnyi et al. EurAsian Journal of Biosciences. 2019. No. 13 (2). P. 1187–1193.
- Лозінський М.В. Адаптивна здатність селекційних номерів пшениці м'якої озимої за довжиною стебла. Миронівський вісник. 2018. № 7. С. 77–91.
- Лелли Я. Селекція пшеницы: теория и практика / пер. с англ. М.: Колос, 1980. 384 с.
- Manifestation of heterosis and degree of phenotypic dominance by the number of grains from the main ear in the hybridisation of different early-maturing va-

ieties of soft winter wheat / M. Lozinskiy et al. Scientific Horizons. 2021. Vol. 24, no. 11. P. 28–37. DOI: 10.48077/scihor.24(11).2021.28–37.

14. Shcherbakova Y.U. Inheritance of economically valuable characteristics in intervarious hybrids of wheat in soft winter under forest steppe. Norwegian Journal of Development of the International Science. 2021. № 55 (2). P. 16–20.

15. Лозінський М.В. Успадкування довжини стебла і міжвузлів пшениці м'якої озимої в F_1 та розщеплення у F_2 за гібридизації різних екотипів. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2016. Вип. 9 (32). С. 186–191.

16. Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування / В.В. Базалій та ін. Аграрні інновації. 2020. № 4. С. 87–93. DOI: 10.32848/agraar.innov.2020.4.13

17. Дерев'яно І.О. Трансгресивна мінливість елементів продуктивності в гібридів ячменю ярого. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2018. Вип. 1. С. 165–172.

18. Вологдіна Г.Б. Створення вихідного матеріалу і сортів пшениці м'якої озимої з використанням сортозразків болгарської селекції в умовах Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.05 / Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла, 2016. 255 с.

19. Тромсюк В.Д., Бугайов В.Д. Прояв трансгресії за основними кількісними ознаками продуктивності тритикале озимого в гібридних популяціях F_1 . Вісник Уманського національного університету садівництва. 2021. №1. С. 3–7. DOI: 10.31395/2310-0478-2021-1-3-7

20. Базалій В.В., Бойчук І.В. Трансгресивна мінливість гібридів пшениці м'якої озимої і її використання в селекції. Таврійський науковий вісник. 2012. № 78. С. 3–7. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/1938>.

21. Радченко И.Н. Проявление положительной трансгрессивной изменчивости по элементам продуктивности колоса у гибридов F_2 озимой мягкой пшеницы. Селекция и насінництво. 2008. № 96. С. 72–79. DOI: 10.30835/2413-7510.2008.77198.

22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 352 с.

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

24. Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. Ленинград: Гидрометеоздат, 1978. 200 с.

25. Хоменко С.О., Федоренко М.В. Трансгресивна мінливість ознак продуктивності гібридів другого покоління пшениці твердої ярої. Селекция і насінництво. 2015. № 107. С. 97–104. DOI: 10.30835/2413-7510.2015.54041.

26. Дубовик Н.С., Гуменюк О.В., Кириленко В.В., Вологдіна Г.Б. Успадкування елементів продуктивності та їх трансгресивна мінливість у гібридів пшениці м'якої озимої, створених схрещуванням сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій. Миронівський

вісник. 2018. Вип. 7. С. 26–38. DOI: 10.31073/mvis201807-03.

27. Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування / В.В. Базалій та ін. Аграрні інновації. 2020. С. 87–93. DOI: 10.32848/agraar.innov.2020.4.13.

28. Гудзенко В.М., Поліщук Т.П., Бабій О.О. Комбінаційна здатність та параметри генетичної варіації за масою 1000 зерен ячменю багаторядного озимого в Лісостепу України. Миронівський вісник. 2017. Вип. 4. С. 15–26. DOI: 10.31073/mvis201704-02.

REFERENCES

1. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Lozinskiy, M.V., Dubova, O.A. (2015). Osoblyvosti formuvannya dovzhyny stebly u selektsiinykh nomeriv pshenytsi ozymoi zalezho vid yikh henotypiv ta umov vyroshchuvannya [Peculiarities of stem length formation in selection numbers of winter wheat depending on their genotypes and growing conditions]. Ahrobiolohiia [Agrobiology], no. 1, pp. 11–15.

2. Egamov, I.U., Siddikov, R.I., Rakhimov, T.A., Yusupov, N.K. (2021). Creation of highyielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated conditions. International Journal of Modern Agriculture. no. 10(2), pp. 2491–2506.

3. Lozinskiy, M., Burdeniuk-Tarasevych, L., Grabovskiy, M. (2021). Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. Agronomy Research. Vol. 19, no. 2, pp. 540–551. DOI: 10.15159/ar.21.071

4. Khomenko, S.O., Fedorenko, I.V., Fedorenko, M.V. (2017). Adaptivnyi potentsial vykhidnoho materialu dlia selektsii pshenytsi miakoi yaroї [Adaptive potential of the source material for the selection of soft spring wheat] Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv [Factors of experimental evolution of organisms], no. 21, pp. 221–224. DOI: 10.7124/FEEO.v21.839

5. Hudzenko, V.M., Vasylykivskiy, S.P. (2017). Seleksiia yachmeniu yaroho na pidvyshchennia produktyvnoho ta adaptivnoho potentsialu [Selection of spring barley to increase productive and adaptive potential]. Seleksiia i nasinnystvo [Breeding and seed production], no. 111, pp. 51–60.

6. Lozinskiy, M.V., Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Dubova, O.A. (2016). Typy uspadkuvannya kilkosti zeren z roslyny u hibrydiv F_1 i formotvorchy protses v hibrydnykh populiatsiakh F_2 pshenytsi miakoi ozymoi, otrymanykh vid hibrydzatsii riznykh ekotypiv [Types of inheritance of the number of grains from a plant in F_1 hybrids and the formation process in F_2 hybrid populations of soft winter wheat obtained from hybridization of different ecotypes]. Ahrobiolohiia [Agrobiology], no. 2 (128), pp. 45–51. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579>

7. Lykhochvor, V.V., Prots, R.R. (2006). Ozyma pshenytsia [Winter wheat]. Lviv, Ukrainian Technologies Research and Production Enterprise, 216 p.

8. Orliuk, A.P. (2012). Henetyka pshenytsi z osnovamy selektsii [Genetics of wheat with the basics of selection]. Kherson, Ailant, 436 p.

9. Borysenko, V.A., Hrytsevych, H.M., Lisnychuk, H.M., Savchuk, O.I. (2001). Seleksiia ozymoi pshe-nytsi v umovakh Zakhidnoho lisostepu Ukrainy [Breeding of winter wheat in the conditions of the Western forest-steppe of Ukraine]. *Henetyka i seleksiia v Ukraini na mezhi tysiacholit [Genetics and breeding in Ukraine on the verge of millennia]*. Kyiv, Lohos, Vol. 2, pp. 474–480.
10. Vakhnyi, S., Khakhula, V., Lozinska, T., Fedoruk, Y., Lozynskyi, M., Obrazhyy, S., Fedoruk, N., Panchenko, O., Yakovenko, O. (2019). Variation and transgressive variability of the stem length in F₁ and F₂ soft spring wheat under conditions of foreststeppe of Ukraine. *EurAsian Journal of BioSciences. Eurasia J Biosci* 13. pp. 1187–1193. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3321>.
11. Lozynskyi, M. (2018). Adaptivna zdatnist selektsiinykh nomeriv pshe-nytsi miakoi ozymoi za dovzhynoiu stebila [Adaptability of breeding numbers of soft winter wheat by stem length]. *Myronivskyi visnyk [Myronivsky herald]*, no. 7, pp. 77–91.
12. Lelly, Ya. (1980). Seleksiya pshe-nytsy: teoriya y praktyka [Wheat breeding: theory and practice]. Moscow, Kolos, 384 p.
13. Lozynskyi, M., Ustynova, H., Grabovska, T., Kumanska, Y., Horodetskyi, O. (2021). Manifestation of heterosis and degree of phenotypic dominance by the number of grains from the main ear in the hybridisation of different early-maturing varieties of soft winter wheat. *Scientific Horizons*. Vol. 24, no. 11, pp. 28–37. DOI: 10.48077/sci-hor.24(11).2021.28–37.
14. Shcherbakova, Y.U. (2021). Inheritance of economically valuable characteristics in intervarious hybrids of wheat in soft winter under forest steppe. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. no. 55 (2), pp. 16–20.
15. Lozynskyi, M. (2016). Uspadkuvannia dovzhyny stebila i mizhvuzliv pshe-nytsi miakoi ozymoi v F₁ ta rozshchepлення u F₂ za hibrydyzatsii riznykh ekotypiv [Inheritance of stem length and internodes of soft winter wheat in F₁ and splitting in F₂ by hybridization of different ecotypes]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]*. Vol. 9 (32), pp.186–191.
16. Bazalii, V., Domaratskyi, E., Boichuk, I., Teteruk, O., Kozlova, O., Bazalii, H. (2020). Henetychnyi kontrol i rekombinatsiia oznak stiikosti do vylihanntia u hibrydiv pshe-nytsi ozymoi za riznykh umov vyroshchuvannia [Genetic control and recombination of signs of resistance to lodging in winter wheat hybrids under different growing conditions]. *Ahrarni innovatsii [Agricultural innovations]*, pp. 87–93. DOI: 10.32848/agr.innov.2020.4.13
17. Derevianko, I.O. (2018). Transhresyvnna minlyvist elementiv produktyvnosti v hibrydiv yachmeniu yaroho [Transgressive variability of productivity elements in spring barley hybrids]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University]*. Vol. 1, pp. 165–172.
18. Volohdina, H.B. (2016). Stvorennia vykhidnoho materialu i sortiv pshe-nytsi miakoi ozymoi z vykorystanniam sortozrazkiv bolharskoi selektsii v umovakh Lisostepu Ukrainy: dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.05 [Creation of raw material and varieties of soft winter wheat using varieties of Bulgarian selection in the conditions of the forest-steppe of Ukraine: dis. candidate Agricultural Sciences: 06.01.05], 255 p.
19. Tromsiuk, V.D., Buhaiov, V.D. (2021). Proiv transhresii za osnovnymy kilkisnymy oznakamy produktyvnosti trytykale ozymoho v hibrydnykh populiatsiakh F [Manifestation of transgression according to the main quantitative characteristics of winter triticale productivity in hybrid populations F]. *Visnyk Umansko-ho natsionalnoho universytetu sadivnytstva [Bulletin of the Uman National University of Horticulture]*, no. 1, pp. 3–7. DOI: 10.31395/2310-0478-2021-1-3-7
20. Bazalii, V.V., Boichuk, I.V. (2012). Transhresyvnna minlyvist hibrydiv pshe-nytsi miakoi ozymoi i yii vykorystannia v selektsii [Transgressive variability of soft winter wheat hybrids and its use in breeding]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*, no. 78, pp. 3–7. Available at: <http://hdl.handle.net/123456789/1938>
21. Radchenko, I.N. (2008). Proyavlenie polozhitelnoy transgressivnoy izmenchivosti po elementam produktivnosti kolosa u gibridov F₂ ozimoy myagkoy pshe-nytsi [Manifestation of positive transgressive variability in the elements of ear productivity in F₂ hybrids of winter bread wheat]. *Selektsiia i nasinnitstvo [Selection and production]*, no. 96, pp. 72–79. DOI: 10.30835/2413-7510.2008.77198.
22. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodyka polevoho opyta [Field experiment technique]*. Moscow, Ahropromizdat, 352 p.
23. Voskresenskaia, H.S., Shpota, V.Y. (1967). Tranhressyia pryznakov Brassica y metodyka kolychestvennoho ucheta etoho yavleniia [Transgression of Brassica traits and a method for quantifying this phenomenon]. *Doklad VASKNYL [VASKHNIL reports]*, no. 7, pp. 18–20.
24. Shulgin, A.M. (1978). *Agrometeorologiya i agroklimatologiya [Development biology of cultivated plants]*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 200 p.
25. Khomenko, S.O., Fedorenko, M.V. (2015). Transhresyvnna minlyvist oznak produktyvnosti hibrydiv druhoho pokolinnia pshe-nytsi tverdoi yaroi [Transgressive variability of signs of productivity of hybrids of the second generation of durum spring wheat]. *Selektsiia i nasinnitstvo [Breeding and seed production]*, no. 107, pp. 97–104. DOI: 10.30835/2413-7510.2015.54041
26. Dubovyk, N.S., Humeniuk, O.V., Kyrylenko, V.V., Volohdina, H.B. (2018). Uspadkuvannia elementiv produktyvnosti ta yikh transhresyvnna minlyvist u hibrydiv pshe-nytsi miakoi ozymoi, stvorenykh skhreshchuvanniam sortiv-nosiiv pshe-nychno-zhytnikh translokatsii [Inheritance of productivity elements and their transgressive variability in soft winter wheat hybrids created by crossing wheat-rye translocation carriers]. *Myronivskyi visnyk [Myronivsky Herald]*, no. 7, pp. 26–38. DOI: 10.31073/mvis201807-03
27. Bazalii, V., Domaratskyi, E., Boichuk, I., Teteruk, O., Kozlova, O., Bazalii, H. (2020). Henetychnyi kontrol i rekombinatsiia oznak stiikosti do vylihanntia

u hibrydiv pshenytsi ozymoi za riznykh umov vy-roshchuvannia [Genetic control and recombination of signs of resistance to lodging in winter wheat hybrids under different growing conditions]. *Ahrarni innovatsii* [Agricultural innovations], pp. 87–93. DOI: 10.32848/ agrar.innov.2020.4.13

28. Hudzenko, V.M., Polishchuk, T.P., Babii, O.O. (2017). Kombinatsiina zdatnist ta parametry henetychnoi variatsii za masoiu 1000 zeren yachmeniu bahatoriadnoho ozymoho v Lisostepu Ukrainy [Combination ability and parameters of genetic variation by weight of 1000 grains of long-row winter barley in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Myronivskiy visnyk* [Myronivskiy Herald], no. 4, pp. 15–26. DOI: 10.31073/mvis201704-02.

The influence of genotype and year conditions on the transgressive variability of stem length in populations of the second generation of soft winter wheat

Lozinskyi M., Ustinova H., Fedoruk Yu.

In 2019–2020, in the conditions of the experimental field of the Bila Tserkva National Agrarian University, populations of F₂ hybrids, created by crossing soft winter wheat varieties that differ in the duration of the growing season, were studied. The aim of the work was to establish the degree and frequency of transgressions in the length of the main stem depending on the meteorological conditions of the year and the parental forms selected for hybridization, and to select selectively valuable recombinants for further research.

In 2019, in 40 out of 42 F₂ populations, only a positive degree of transgression was established in terms of the length of the main stem, from 2.5 % (Myronivsk

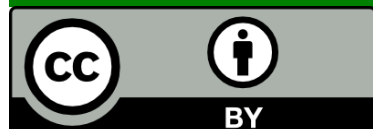
early/Kolchuga) to 53.8 % (Zolotokolosa/Shc-hedra nyva). With the use of maternal cytoplasm of early ripening varieties in four populations, all plants exceeded the extreme maximum values of the parents, and with the hybridization of mid-early, mid-ripening, mid-late varieties, 13 such combinations were studied.

In the conditions of 2020, positive transgressive recombinants were isolated only in six out of 20 populations based on hybridization with the maternal form of early-ripening varieties, and negative ones – in nine. Negative transgressive recombinants were selected in 13 of 21 populations created by crossing mid-early, mid-maturing, mid-late varieties. At the same time, no positive transgressions were found.

The selection of parental pairs differing in precociousness before hybridization expands morphogenesis in F₂ populations of soft winter wheat and promotes the selection of both positive and negative transgressive recombinants by the length of the main stem. A significant influence of meteorological conditions and initial forms of hybridization on the formation of stem length and the manifestation of extreme maximum and minimum values in populations of the second generation of soft winter wheat was established.

The use of early-ripening cytoplasm in hybridization has a greater effect on the positive transgressive variability of the length of the main stem in F₂ populations compared to medium-early, medium-maturing and medium-late maternal forms.

Key words: degree and frequency of transgressions, soft winter wheat, maturity groups, parent forms, main stem length, F₂ populations.



Copyright: Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Федорук Ю.В. ©
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Лозінський М.В. <https://orcid.org/0000-0002-6078-3209>

Устинова Г.Л. <https://orcid.org/0000-0002-3056-358X>

Федорук Ю.В. <https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>