

АГРОНОМІЯ

УДК 631.524.01/.822:633.111"324"

Вплив генотипу та умов року на успадкування продуктивної кущистості за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимоїЛозінський М.В. , Устинова Г.Л. *Білоцерківський національний аграрний університет*

Лозінський М.В., Устинова Г.Л. Вплив генотипу та умов року на успадкування продуктивної кущистості за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2022. № 1. С. 95–106.

Lozinsky M., Ustynova H. The influence of genotype and conditions of the year on the inheritance of productive bushiness at hybridization of different cultivars of winter soft wheat. «Agrobiologia», 2022. no. 1, pp. 95–106.

Рукопис отримано: 27.04.2022 р.

Прийнято: 12.05.2022 р.

Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-95-106

В умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ у контрастні за гідротермічними умовами 2018–2020 рр. досліджували особливості успадкування продуктивної кущистості в F_1 , отриманих схрещуванням різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. У роки досліджень продуктивна кущистість підібраних батьківських форм для гібридизації мала значну диференціацію – 1,1–2,2 шт. стебл/рослину. Максимальну середню за сортами продуктивну кущистість (1,7 шт. стебл/рослину) сорти формували у 2020 р., а в 2018–2019 рр. показник був на рівні 1,5 шт. стебл/рослину. Дослідження свідчать, що продуктивна кущистість пшениці м'якої озимої є генетично контрольованою ознакою і значно піддається впливу умов року.

Більшість отриманих гібридів у 2018–2020 рр. за продуктивною кущистістю (2,3–7,6 шт. стебл/рослину) значно перевищували вихідні форми. Максимальний за F_1 показник (4,7 шт. стебл/рослину) формувався у 2019 р. В умовах 2018 р. продуктивна кущистість становила 4,1 шт. стебл/рослину. Мінімальну продуктивну кущистість 2,8 шт. стебл/рослину гібриди формували у 2020 р. Отримані результати свідчать, що продуктивна кущистість F_1 залежить від компонентів до гібридизації та умов року.

Позитивний гіпотетичний та істинний гетерозис упродовж трьох років визначено у 34 і 32 з 36 комбінацій схрещування відповідно. Стабільно високим гіпотетичним (307,7–105,4 %) та істинним (278,6–100,0 %) гетерозисом, упродовж трьох років, характеризувалися Білоцерківська напівкарликова / Золотоколоса, Білоцерківська напівкарликова / Чорнява, Білоцерківська напівкарликова / Відрада, Золотоколоса / Чорнява, Золотоколоса / Відрада.

Дослідженнями встановлено, що найбільш поширеним типом успадкування продуктивної кущистості у 2018–2020 рр. є позитивне наддомінування, яке спостерігалось у 95,1 % гібридів. Водночас показники ступеня фенотипового домінування продуктивної кущистості в роки досліджень обумовлені підібраними компонентами гібридизації та умовами року.

Отримані експериментальні дані свідчать, що використання в схрещуваннях різних за скоростиглістю батьківських форм пшениці м'якої озимої дало змогу виділити гібриди, які в контрастні за гідротермічними умовами роки формували стабільно високий прояв продуктивної кущистості.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, батьківські форми, гібриди, продуктивна кущистість, гіпотетичний та істинний гетерозис, ступінь фенотипового домінування, тип успадкування.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У сучасному землеробстві для зростання та стабілізації виробництва зерна пшениці важливе значення мають генетичні ресурси [1–3]. За свідченням провідних науковців значення сорту, як біологічного засобу виробництва, постійно зростає [4, 5]. Академік М.А. Литвиненко зазначає, що частка приросту врожаю зерна пшениці завдяки впровадженню нових сортів сягає 40–50 % [6].

Зважаючи на глобальні кліматичні зміни [7], які значно впливають на вирощування рослинницької продукції [8], виробничники підвищують вимоги до сортових ресурсів. Комерційні сорти мають характеризуватися як високою продуктивністю і якістю зерна, так і бути пристосованими до умов вирощування [9–12].

Для створення нових сортів пшениці м'якої озимої важливе науково-обґрунтоване використання в селекційних програмах різноманітного вихідного матеріалу [13, 14].

Основним методом створення генетичного різноманіття пшениці залишається внутрішньовидова гібридизація [15–17].

Водночас генетична мінливість, яка формується в гібридних популяціях, є основним джерелом для добору практично цінних біотипів [18].

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) – основна зернова продовольча культура [15, 19–21], яка була однією з перших одомашнена людиною [18]. Кушення – еволюційно-природне пристосування, що дає змогу рослинам використовувати життєвий простір для формування максимального урожаю і є одним із засобів підтримання гомеостазу за зміни в процесі вегетації густоти стояння рослин або стеблостою під впливом чинників навколишнього середовища [22–24].

Відповідно до міжнародної шкали ВВСН макростадія кушення пшениці проходить від 21 до 29 мікростадії. Кушення пшениці м'якої озимої може розпочинатися в осінній період і продовжуватися після відновлення весняної вегетації.

Кількість продуктивних стебл на одинці площі є найважливішим елементом структури врожаю, на формування якого впливає норма висіву насіння, польова схожість, температура повітря та кількість опадів у період кушення рослин пшениці [25, 26].

Між продуктивною кущистістю та надземною масою рослини, кількістю зерен та їх масою з рослини існує позитивний кореляційний зв'язок, який залежить від генотипу та умов року. Найбільш тісний кореляційний зв'язок встановлено між продуктивною кущистістю і кількістю зерен з однієї рослини [27].

Метою дослідження було вивчення формування продуктивної кущистості у вихідних форм і гібридів пшениці м'якої озимої та визначення ступеня фенотипового домінування, для встановлення характеру успадкування в F_1 , отриманих від гібридизації сортів різних груп стиглості. Важливим також було визначення гіпотетичного та істинного гетерозису в досліджуваних гібридів.

Матеріал і методи дослідження. В умовах дослідного поля науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ впродовж 2018–2020 рр. досліджували 45 гібридних комбінацій. За батьківські форми використовували ранньостиглі сорти: Миронівська рання (Мир. рання), Кольчуга, Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.); середньоранні: Золотоколоса (Золотокол.), Чорнява, Щедра нива (Щедра н.); середньостиглі: Столична, Відрада, Миронівська 61 (Мир. 61), Антонівка, Єдність; середньопізні: Добірна, Пивна і Вдала. Насіння F_1 і вихідних форм висівали за схемою: материнська форма–гібрид–чоловіча форма. Біометричний аналіз досліджуваного матеріалу проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності [28]. Агротехніка – загальноприйнята для вирощування пшениці м'якої озимої в Ліссестепу України. Попередник – гірчиця.

Статистичне оброблення отриманих біометричних даних здійснювали за методикою Б.О. Доспехова [29] та програмою “Statistica”, версія 6.0.

Показники гіпотетичного (Ht) та істинного (Htb) гетерозису за продуктивною кущистістю у F_1 визначали за Matzinger D. [30], S. Fonseca, F. Patterson [31].

Для визначення ступеня фенотипового домінування (h_p) використовували методику В. Griffing [32]. Отримані дані класифікували за G. M. Beil, R. E. Atkins [33]: 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) $h_p < -1$.

Результати дослідження та обговорення. На час сівби (1 жовтня) метеорологічні умови 2017–2019 рр. сприяли отриманню одночасних сходів і росту та розвитку пшениці м'якої озимої в осінній період. Кількість опадів за осінні місяці перевищувала (2017 р.), була на рівні (2019 р.) і децю поступалася у 2018 р. середньобаторічним показникам – 109 мм. Пшениця м'яка озима припинила вегетацію в осінній період 20.11. (2017 р), 12.11. (2018 р.) і 21.11. (2019 р.), що сприяло успішному загартуванню рослин. Оподи зимового періо-

ду значно перевищували середньобагаторічні показники (112 мм) у 2017/2018, 2018/2019, і дещо поступалися у 2019/2020 вегетаційних роках. Температурний режим зимових місяців сприяв успішній зимівлі рослин (табл. 1).

Температурний режим після відновлення вегетації у 2018 р. (4 квітня) характеризувався підвищеними показниками, що прискорило ріст і розвиток пшениці м'якої озимої. Середньомісячна температура квітня (13,3 °С) значно перевищувала середньобагаторічні показники – 8,4 °С. Водночас кількість опадів (8,1 мм) була меншою за багаторічні показники – 47 мм.

Вегетація пшениці м'якої озимої від часу відновлення (02.03. – 2019 р., 28.02. – 2020 р.) відбувалася впродовж місяця за низьких середньомісячних температур з поступовим їх наростанням. Кількість опадів за березень (23,4 мм) і перші дві декади квітня (14,2 мм) у 2019 р. значно поступалася середньобагаторічним

показникам – 61 мм. За аналогічний період у 2020 р. випало лише 22,7 мм. Опади третьої декади квітня 2019 р. (31,3 мм) покращили вологозабезпечення рослин пшениці, а в 2020 р. (7,7 мм) поступалися багаторічним показникам – 16 мм. Середньомісячна температура повітря у квітні перевищувала норму на 1,6 °С у 2019 р. і 0,8 °С у 2020 р.

Отже, метеорологічні умови в роки проведення досліджень характеризувалися контрастними показниками за температурним режимом і розподілом опадів, що значно вплинуло на формування продуктивної кущистості пшениці м'якої озимої.

Результати досліджень свідчать, що в середньому за 2018–2020 рр. продуктивна кущистість батьківських форм змінювалась від 1,2 (Антонівка) до 2,0 шт. стебл/рослину (Єдність). Достовірне перевищення над стандартом (Лісова пісня) визначено у 10 з 14 сортів (табл. 2).

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

Місяць	Декада	Кількість опадів, мм					Температура повітря, °С				
		2017	2018	2019	2020	багаторічні дані	2017	2018	2019	2020	багаторічні дані
Вересень	I-III	53,2	47,9	19,2		35	16,1	16,2	15,3		13,8
Жовтень	I-III	50,4	22,0	66,1		33	8,0	9,9	10,6		7,9
Листопад	I-III	36,4	23,1	23,4		41	3,2	-0,1	5,0		2,0
Грудень	I-III	92,3	71,1	35,1		44	1,6	-2,0	2,5		-2,4
Січень	I-III		30,5	56,8	22,6	35		-2,7	-4,8	0,4	-5,9
Лютий	I-III		34,6	21,4	38,4	33		-4,2	0,4	2,2	-4,4
Березень	I-III		74,0	23,4	17,2	30		-2,1	4,7	5,9	0,3
Квітень	I		1,5	-	-	14		10,3	9,6	7,9	7,0
	II		1,3	14,2	5,5	17		13,8	7,3	8,0	7,8
	III		5,3	31,3	7,7	16		15,7	13,2	11,7	10,4

Таблиця 2 – Продуктивна кущистість батьківських форм

Сорти	Продуктивна кущистість, шт. стебл/рослину				
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	\bar{x}	± до стандарту
Мир. рання	1,8	1,8	1,5	1,7	+0,3
Кольчуга	1,5	1,6	1,5	1,5	+0,1
Б.Ц. н/к.	1,6	1,4	1,9	1,6	+0,2
Золотокол.	1,4	1,4	1,4	1,4	-
Чорнява	1,5	1,6	1,8	1,6	+0,2
Щедра н.	1,6	1,7	1,5	1,6	+0,2
Антонівка	1,4	1,2	1,1	1,2	-0,2
Відрада	1,2	1,3	1,7	1,4	-
Мир. 61	1,6	1,6	2,1	1,8	+0,4
Єдність	1,8	2,2	1,9	2,0	+0,6
Столична	1,3	1,4	1,8	1,5	+0,1
Вдала	1,2	1,3	1,7	1,4	-
Добірна	1,6	1,4	1,9	1,6	+0,2
Пивна	1,7	1,1	1,8	1,5	+0,1
Лісова пісня St.	1,3	1,5	1,5	1,4	-
НІР ₀₅	0,09	0,08	0,08	-	-

Визначені показники продуктивної кущистості сортів пшениці свідчать про їх значну мінливість як в межах генотипу в роки досліджень, так і між сортами, які задіяні в експерименті. За раніше проведеними дослідженнями встановлено, що мінімальна генотипова мінливість (6,3 %) продуктивної кущистості визначена у групі середньостиглих сортів. У ранньостиглих і середньоранніх груп стиглості генотипова мінливість була середньою і мала близькі показники – 11,8 та 10,8 % відповідно, а середньопізні сорти характеризувались найбільшим коефіцієнтом варіації – 15,3 % [34].

Мінливість і генетичний контроль кількісних ознак є мало дослідженими. Характерним для прояву кількісних ознак є їх залежність від зовнішнього середовища, що створює складності в практичній селекційній роботі. Водночас важливим у селекції є конкретний генотип або його гомогетерозиготність та інші показники продуктивності, тобто який генетичний потенціал він має [12].

Найбільша середня за сортами продуктивна кущистість (1,7 шт. стебл/рослину) формувалася у 2020 р. У 2018–2019 рр. продуктивна кущистість становила 1,5 шт. стебл/рослину. Отримані дані свідчать, що продуктивна кущистість

сортів пшениці м'якої озимої є генетично обумовленою ознакою та значно піддається впливу умов року. Водночас її реалізація відбувається під час взаємодії «генотип–умови року».

У дослідженнях, проведених в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції ІБ-КіЦБ НААН України встановлено, що умови року максимально впливали (64,7 %) на формування продуктивної кущистості. Вплив чинника генотип був на рівні 12,6 %, а взаємодія чинників генотип–умови року – 20,3 % [35].

За використання в гібридизації ранньостиглих сортів материнською формою отримані гібриди у 2018–2020 рр. значно різнилися за продуктивною кущистістю. Максимальна середня за F_1 продуктивна кущистість (4,4 шт. стебл/рослину) формувалася у 2019 р. Її мінливість становила 3,6–6,0 шт. стебл/рослину. Дещо меншу продуктивну кущистість (4,1 шт. стебл/рослину) визначено у 2018 р. за мінливості 2,8–5,5 шт. стебл/рослину. Слід відмітити, що у 2018–2019 рр. середня за батьківськими формами продуктивна кущистість була мінімальною. Найменша середня продуктивна кущистість за F_1 (2,9 шт. стебл/рослину) і в більшості гібридів (1,1–4,0 шт. стебл/рослину) була у 2020 р. (табл. 3).

Таблиця 3 – Продуктивна кущистість F_1 за використання материнською формою ранньостиглих сортів, $\bar{x} \pm S\bar{x}$ шт. стебл/рослину

Комбінації схрещування	2018 р.	2019 р.	2020 р.
♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі			
Мир. рання / Б.Ц. н/к.	3,6±0,42	5,3±0,41	1,5±0,33
Мир. рання / Кольчуга	4,2±0,52	5,3±0,67	2,1±0,35
Б.Ц. н/к. / Кольчуга	4,7±0,68	3,3±0,48	2,5±0,29
♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні			
Мир. рання/ Золотокол.	3,8±0,30	6,0±0,52	2,8±0,33
Мир. рання / Чорнява	3,3±0,52	5,3±0,56	3,2±0,40
Б.Ц. н/к. / Золотокол.	5,0±0,62	4,2±0,54	3,8±0,58
Б.Ц. н/к. / Чорнява	5,5±0,29	4,2±0,37	3,8±0,57
Кольчуга / Чорнява	3,9±0,64	3,5±0,50	3,2±0,26
♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі			
Мир. рання / Антонівка	4,8±0,40	3,8±0,32	1,1±0,11
Мир. рання / Єдність	3,2±0,48	3,4±0,34	2,8±0,34
Б.Ц. н/к. / Антонівка	4,2±0,23	5,4±0,46	3,1±0,33
Б.Ц. н/к. / Єдність	4,3±0,41	3,8±0,75	3,0±0,37
Б.Ц. н/к. / Відрада	5,0±0,40	4,5±0,50	4,0±0,55
Кольчуга / Антонівка	2,8±0,25	3,8±0,42	3,7±0,64
Кольчуга / Єдність	3,3±0,40	3,4±0,34	3,5±0,44
Кольчуга / Відрада	4,2±0,43	4,2±0,30	3,1±0,31
Кольчуга / Столична	3,8±0,32	5,3±0,58	2,6±0,24
♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні			
Мир. рання / Вдала	4,3±0,47	4,6±0,34	2,0±0,14
Мир. рання / Добірنا	3,6±0,29	3,5±0,56	2,2±0,32
Б.Ц. н/к. / Добірна	5,3±0,45	4,8±0,64	3,7±0,60

Незначну мінливість продуктивної кущистості (0,2–1,3 шт. стебл/рослину) в роки досліджень встановлено у гібридів: Кольчуга / Єдність, Мир. рання / Єдність, Кольчуга / Чорнява, Б.Ц. н/к. / Відрада, Кольчуга / Антонівка, Кольчуга / Відрада, Б.Ц. н/к. / Золотокол., Б.Ц. н/к. / Єдність. Водночас більшу середньої за три роки продуктивну кущистість формували лише Б.Ц. н/к. / Золотокол. (3,8–5,0 шт. стебл/рослину) і Б.Ц. н/к. / Відрада (4,0–5,0 шт. стебл/рослину).

Середньою мінливістю (1,4–2,6 шт. стебл/рослину) продуктивної кущистості у 2018–2020 рр. характеризувалися: Мир. рання / Добірна, Б.Ц. н/к. / Добірна, Б.Ц. н/к. / Чорнява, Мир. рання / Чорнява, Б.Ц. н/к. / Кольчуга, Б.Ц. н/к. / Антонівка, Мир. рання / Вдала. Водночас перевищували середню за F_1 продуктивну кущистість Б.Ц. н/к. / Добірна, Б.Ц. н/к. Чорнява, Мир. рання / Чорнява, Б.Ц. н/к. / Антонівка. Інші гібриди мали значне (2,7–3,8 шт. стебл/рослину) варіювання досліджуваної ознаки.

За використання в гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів продуктивна кущистість у роки досліджень в F_1 змінювалась від 1,6 (2020 р.) до 7,6 шт. стебл/рослину (2019 р.) в комбінації схрещування Золотокол. / Щедра н., що свідчить про значну диференціацію показника. Максимальну середню за F_1 продуктивну кущистість (5,0 шт. стебл/рослину) гібриди формували у 2019 р., і за цим показником на 0,6 шт. стебл/рослину перевищували гібриди, отримані за використання ранньостиглих сортів материнською формою. У 2018 р. середня за F_1 продуктивна кущистість (4,1 шт. стебл/рослину) була значно меншою, ніж у 2019 р. Кількість продуктивних стебл у 2020 р. (2,6 шт. стебл/рослину) в гібридів, створених за участю середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів, була мінімальною і на 0,3 шт. стебл/рослину поступалася показнику F_1 , де материнською цитоплазмою були ранньостиглі сорти (табл. 4).

Таблиця 4 – Продуктивна кущистість F_1 за використання в гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів, $\bar{x} \pm S\bar{x}$ шт. стебл/рослину

Комбінації схрещування	2018 р.	2019 р.	2020 р.
♀ середньоранні / ♂ середньоранні			
Золотокол. / Чорнява	4,9±0,32	6,0±0,44	3,8±0,43
Золотокол./ Щедра н.	3,2±0,35	7,6±0,69	1,6±0,29
Чорнява / Щедра н.	4,0±0,31	3,3±0,61	-
♀ середньоранні / ♂ середньостиглі			
Золотокол. / Антонівка	4,9±0,41	4,8±0,48	2,7±0,67
Золотокол. / Єдність	5,3±0,31	6,5±0,87	3,2±0,30
Золотокол. / Відрада	5,3±0,49	4,4±0,53	4,0±0,63
Золотокол. / Столична	3,3±0,24	4,6±0,51	2,6±0,25
Чорнява / Антонівка	4,1±0,37	3,4±0,40	-
Чорнява / Єдність	3,7±0,36	-	-
Чорнява / Відрада	3,5±0,31	-	3,3±0,67
Чорнява / Столична	6,1±0,70	-	2,3±0,28
Щедра н. / Антонівка	3,6±0,43	-	2,1±0,34
Щедра н. / Столична	-	3,9±0,51	2,0±0,67
Щедра н. / Відрада	3,3±0,30	5,0±0,45	1,7±0,49
♀ середньоранні / ♂ середньопізні			
Щедра н. / Добірна	5,0±0,30	4,6±0,48	2,6±0,59
♀ середньостиглі / ♂ середньостиглі			
Антонівка / Єдність	5,6±0,68	7,3±0,75	2,6±0,38
Антонівка / Відрада	2,8±0,23	4,5±0,65	1,7±0,38
Антонівка / Столична	3,0±0,36	5,7±0,33	2,2±0,28
Антонівка / Мир. 61	-	4,8±0,39	2,0±0,44
Мир. 61 / Єдність	5,4±0,90	5,9±0,46	3,4±0,33
Єдність / Відрада	3,9±0,43	3,7±0,49	3,3±0,36
♀ середньостиглі / ♂ середньопізні			
Єдність / Добірна	2,2±0,13	3,6±0,48	2,7±0,27
♀ середньопізні / ♂ середньостиглі			
Вдала / Столична	3,7±0,37	5,1±0,55	2,1±0,35
♀ середньопізні / ♂ середньопізні			
Вдала / Пивна	-	5,4±0,51	2,0±0,58
Добірна / Пивна	3,8±0,70	5,2±0,47	3,6±0,37

Результати досліджень свідчать, що мінливість продуктивної кущистості в роки досліджень гібридів, отриманих схрещуванням середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів, є значно вищою (0,6–6,0 шт. стебл/рослину) порівняно з F_1 , де материнською формою були ранньостиглі генотипи.

За незначної мінливості (0,6–1,6 шт. стебл/рослину) перевищення над середнім за F_1 у роки досліджень визначено у Золотокол. / Відрада і Добірна / Пивна. Більшу середньої за гібридами продуктивну кущистість, за варіювання 2,2–3,5 шт. стебл/рослину, встановлено у комбінаціях схрещування: Золотокол. / Чорнява, Золотокол. / Антонівка, Золотокол. / Єдність, Мир. 61 / Єдність. У гібридів Золотокол. / Щедра н. і Антонівка / Єдність визначено максимальну мінливість ознаки – 6,0 і 4,7 шт. стебл/рослину відповідно.

Встановлено, що формування продуктивної кущистості в F_1 значною мірою залежить від підібраних пар гібридизації та умов року.

Визначення параметрів продуктивності рослин, характеру їх успадкування, ступеня ге-

терозису в гібридів першого покоління є актуальним завданням за створення нових сортів, а також для прогнозування селекційно-генетичного ефекту схрещувань [36], зокрема методів добору [37].

У 2018–2020 рр. позитивний гіпотетичний гетерозис визначено у 34 з 36 комбінацій схрещування, які досліджували впродовж трьох років, а істинний у 32. Встановлено значний вплив батьківських компонентів гібридизації та умов року на показники як гіпотетичного, так і істинного гетерозису (табл. 5, 6).

Стабільно високі показники гіпотетичного (307,7–105,4 %) та істинного (278,6–100,0 %) гетерозису визначено у Б.Ц. н/к. / Золотокол., Б.Ц. н/к. / Чорнява, Б.Ц. н/к. / Відрада, Золотокол. / Чорнява, Золотокол. / Відрада.

Науковці відмічають, що встановлений рівень гетерозису не завжди дає змогу прогнозувати вищеплення в наступних поколіннях цінних рекомбінантів. У зв'язку з цим показники гетерозису краще використовувати в комплексі з іншими ознаками продуктивності, що сприятиме ефективнішому добору [34, 38, 39].

Таблиця 5 – Гетерозис і ступінь фенотипового домінування в F_1 продуктивної кущистості за використання материнською формою ранньостиглих сортів

Комбінації схрещування	2018 р.			2019 р.			2020 р.		
	Гетерозис, %		h_p	Гетерозис, %		h_p	Гетерозис, %		h_p
	Ht	Hbt		Ht	Hbt		Ht	Hbt	
♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі									
Мир. рання / Б.Ц. н/к.	111,8	100,0	19,0	231,3	194,4	18,5	-11,8	-21,2	-1,0
Мир. рання / Кольчуга	154,5	133,3	17,0	211,8	194,4	36,0	38,2	36,4	29,0
Б.Ц. н/к. / Кольчуга	203,2	193,8	63,0	120,0	106,3	18,0	47,1	31,6	4,0
♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні									
Мир. рання / Золотокол.	137,5	111,1	11,0	275,0	233,3	22,0	93,1	86,7	27,0
Мир. рання / Чорнява	100,0	83,3	11,0	211,8	194,4	36,0	93,9	77,8	10,3
Б.Ц. н/к. / Золотокол.	233,3	212,5	35,0	195,8	191,7	139,0	130,3	100,0	8,6
Б.Ц. н/к. / Чорнява	254,8	243,8	79,0	180,0	162,5	27,0	105,4	100,0	39,0
Кольчуга / Чорнява	156,2	152,6	108,1	116,0	113,4	94,0	93,9	77,8	10,3
♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі									
Мир. рання / Антонівка	200,0	166,7	16,0	153,3	111,1	7,7	-15,4	-26,7	-1,0
Мир. рання / Єдність	75,6	73,5	62,6	70,0	54,6	7,0	64,7	47,4	5,5
Б.Ц. н/к. / Антонівка	180,0	162,5	27,0	315,4	285,7	41,0	106,7	63,2	4,0
Б.Ц. н/к. / Єдність	152,9	138,9	26,0	111,1	72,7	5,0	56,3	54,6	54,0
Б.Ц. н/к. / Відрада	257,1	212,5	18,0	233,3	221,4	63,0	122,2	110,5	22,0
Кольчуга / Антонівка	93,1	86,7	27,0	171,4	137,5	12,0	184,6	146,7	12,0
Кольчуга / Єдність	100,0	83,3	11,0	78,9	54,6	5,0	105,9	84,2	9,0
Кольчуга / Відрада	211,1	180,0	19,0	189,7	162,5	18,3	93,8	82,4	15,0
Кольчуга / Столична	171,4	153,3	24,0	253,3	231,3	38,0	57,6	44,4	6,3
♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні									
Мир. рання / Вдала	186,7	138,9	9,3	196,8	155,6	12,2	25,0	17,6	4,0
Мир. рання / Добірна	111,8	100,0	19,0	118,8	94,4	9,5	29,4	15,8	2,5
Б.Ц. н/к. / Добірна	226,8	222,4	167,2	314,9	308,6	203,5	93,2	91,7	119,0

Таблиця 6 – Гетерозис і ступінь фенотипового домінування в F₁ продуктивної кущистості за використання в гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів

Комбінації схрещування	2018 р.			2019 р.			2020 р.		
	Гетерозис, %		h _p	Гетерозис, %		h _p	Гетерозис, %		h _p
	Ht	Hbt		Ht	Hbt		Ht	Hbt	
♀ середньоранні / ♂ середньоранні									
Золотокол. / Чорнява	237,9	226,7	69,0	300,0	275,0	45,0	137,5	111,1	11,0
Золотокол. / Щедра н.	113,3	100,0	17,0	390,3	347,1	40,3	10,3	-90,1	0,01
Чорнява / Щедра н.	158,1	150,0	49,0	100,0	94,1	33,0	-	-	-
♀ середньоранні / ♂ середньостиглі									
Золотокол. / Антонівка	245,1	240,3	174	269,2	242,9	35,0	116,0	92,9	9,7
Золотокол. / Єдність	231,3	194,4	18,5	261,1	195,5	11,8	93,9	68,4	6,2
Золотокол. / Відрада	307,7	278,6	40,0	225,9	214,3	61,0	158,1	135,3	16,3
Золотокол. / Столична	144,4	135,7	39,0	223,9	219,4	159,0	62,5	44,4	5,0
Чорнява / Антонівка	182,8	173,3	53,0	142,9	112,5	10,0	-	-	-
Чорнява / Єдність	124,2	105,6	13,7	-	-	-	-	-	-
Чорнява / Відрада	159,3	133,3	14,3	-	-	-	88,6	83,3	31,0
Чорнява / Столична	335,7	306,7	47,0	-	-	-	26,4	25,0	24,0
Щедра н. / Антонівка	140,0	125,0	21,0	-	-	-	61,5	40,0	4,0
Щедра н. / Столична	-	-	-	151,6	129,4	15,7	21,2	11,1	2,3
Щедра н. / Відрада	135,7	106,3	9,5	233,3	194,1	17,5	6,2	0,01	1,0
♀ середньоранні / ♂ середньопізні									
Щедра н. / Добірна	208,6	204,9	169	196,8	170,6	20,3	52,9	36,8	4,5
♀ середньостиглі / ♂ середньостиглі									
Антонівка / Єдність	250,0	211,1	20,0	329,4	231,8	11,2	73,3	36,8	2,8
Антонівка / Відрада	115,4	100,0	15,0	260,0	246,2	65,0	21,4	0,01	1,0
Антонівка / Столична	122,2	114,3	33,0	338,5	307,1	44,0	37,5	4,8	1,2
Антонівка / Мир. 61	-	-	-	242,9	200,0	17,0	25,0	-4,8	0,8
Мир. 61 / Єдність	217,6	200,0	37,0	268,8	168,2	7,2	70,0	61,9	14,0
Єдність / Відрада	160,0	116,7	8,0	111,4	68,2	4,3	83,3	73,7	15,0
♀ середньостиглі / ♂ середньопізні									
Єдність / Добірна	29,4	22,2	5,0	100,0	63,6	4,5	40,6	39,2	39,0
♀ середньопізні / ♂ середньостиглі									
Вдала / Столична	196,0	184,6	49,0	277,8	264,3	75,0	20,0	16,7	7,0
♀ середньопізні / ♂ середньопізні									
Вдала / Пивна	-	-	-	350,0	315,4	42,0	14,3	11,1	5,0
Добірна / Пивна	130,3	123,5	43,0	316,0	271,0	26,3	94,6	89,5	35,0

Визначені показники ступеня фенотипового домінування у 2018–2020 рр. свідчать, що детермінація продуктивної кущистості в більшості F₁ (95,1 %) відбувалася за позитивним наддомінуванням – h_p=1,2–174,0. Часткове позитивне домінування спостерігали у 3 зі 123 гібридів. Детермінація продуктивної кущистості за частковим від’ємним і проміжним успадкуванням проходила у двох і одного гібридів відповідно.

В аналогічних дослідженнях за внутрішньовидової гібридизації пшениці м’якої озимої найбільш поширеним типом успадкування продуктивної кущистості (90 %) встановлено позитивне наддомінування [37].

Проведені дослідження свідчать, що показники ступеня фенотипового домінування продуктивної кущистості в F₁ у 2018–2020 рр. залежать як від компонентів гібридизації, так і умов року.

Позитивне наддомінування визначено у 31 із 36 комбінацій схрещування, які досліджували впродовж трьох років. У 2018–2019 рр. всі гібриди успадковували продуктивну кущистість за позитивним наддомінуванням. Водночас показники ступеня фенотипового домінування в гібридів мали значну диференціацію, яка була обумовлена як генотипами залучених до гібридизації батьківських форм, так і умовами року.

Визначені показники продуктивної кущистості вихідних форм і гібридів пшениці м'якої озимої свідчать про різну взаємодію генотипу з умовами навколишнього середовища, що склалися в роки досліджень. Так, у 2018–2019 рр. середня продуктивна кущистість за батьківськими формами становила 1,5, а 2020 р. – 1,7 шт. стебл/рослину. Відповідно в F_1 досліджуваній показник у 2018 і 2019 рр. становив 4,1 і 4,7 шт. стебл/рослину, а 2020 р. був найменшим – 2,7 шт. стебл/рослину. Незначну мінливість (0,2–1,9 шт. стебл/рослину) продуктивної кущистості впродовж трьох років відмічено у 15 із 36 комбінацій схрещування. Серед яких 11 були створені за використання материнською формою ранньостиглих сортів. Найбільш нестабільний про-яв (3,7–6,0 шт. стебл/рослину) відмічено у Мир. рання / Антонівка, Мир. рання / Б.Ц. н/к., Антонівка / Єдність і Золотокол. / Щедра н.

Отже, використовуючи в схрещуваннях різні за скоростиглістю батьківські форми пшениці м'якої озимої вдалося виділити гібриди, які в контрастні за гідротермічними умовами роки досліджень формують стабільний прояв продуктивної кущистості. За отриманими експериментальними даними можливо спрогнозувати вплив підібраних пар для гібридизації та гідротермічних умов року на формування продуктивної кущистості в F_1 і характер успадкування ознаки.

Висновки. 1. Формування і мінливість продуктивної кущистості у гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої залежить як від підбору батьківських форм для гібридизації, так і умов року.

2. За результатами досліджень виділено комбінації схрещування: Білоцерківська напівкарликова / Золотоколоса, Білоцерківська напівкарликова / Відрада, Золотоколоса / Відрада, Добірна / Пивна, Білоцерківська напівкарликова / Добірна, Білоцерківська напівкарликова / Чорнява, Миронівська рання / Чорнява, Білоцерківська напівкарликова / Антонівка, Золотоколоса / Чорнява, Золотоколоса / Антонівка, Золотоколоса / Єдність, Миронівська б1 / Єдність, які в 2018–2019 рр. достовірно перевищували середню за гібридами продуктивну кущистість і характеризувались незначною і середньою мінливістю досліджуваного показника.

3. Показники гіпотетичного, істинного генетизису та ступеня фенотипового домінування у F_1 залежать від генотипів батьківських компонентів схрещування та умов року.

4. Найбільш поширеним типом успадкування (95,1 %) продуктивної кущистості у F_1 пшениці м'якої озимої визначено позитивне наддомінування.

Перспективою подальших досліджень є проведення доборів з популяцій F_2 та їх оцінювання за елементами структури врожайності з метою виділення селекційно цінних біотипів пшениці м'якої озимої.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated conditions / Egamov I.U. et al. *International journal of modern agriculture*. 2021. Vol. 10(2). P. 2491–2506.
2. Mineral composition and baking value of the winter wheat grain under varied environmental and agronomic conditions / Jaskulska I. et al. *J. Chem.* 2018. No 1. P. 1–7. DOI: 10.1155/2018/5013825
3. Line by tester combining ability analysis for earliness and yield traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) / Din K. et al. *Japs: Journal of animal & plant sciences*. 2021. No 31(2). DOI: 10.36899/JAPS.2021.2.0242
4. Gilliham M., Able J., Roy S. Translating know ledge about abiotic stress tolerance to breeding programmers. *Plant Journal*. 2017. Vol. 90, Issue 5. P. 898–917. DOI: 10.1111/tjp.13456.
5. Бойчук І.В. Обґрунтування підбору сортів пшениці озимої для умов південного степу України. *Topical issues of the development of modern science: The 7th International scientific and practical conference*. Sofia, Bulgaria: ACCENT. 2020. P. 151–161.
6. Литвиненко М.А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. № 6. С. 1–6.
7. Harkness C., Semenov M., Areal F. Adverse weather conditions for UK wheat production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2020. 1078622. P. 282–283. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.107862
8. Домарацький Є.О. Подолання впливу стресових явищ під час вирощування пшениці озимої за умов глобальних кліматичних змін. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної освіти та науки: зб. тез міжнародної наук.-практич. конф. за участю ФАО*. Київ, 2018. С. 227–232.
9. Estimation of grain productivity and biochemical indicators of the winter bread wheat varieties depending on the forecrop / Nekrasova O. et al. In *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 273. P. 01027.
10. Хоменко Л.О., Сандецька Н.В. Джерела комплексної стійкості пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у селекції на адаптивність. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. No 14(3). P. 270–276. DOI: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289.
11. The choice of suitable conditions for wheat genetic transformation / Klčová L. et al. *Agriculture (Polnohospodárstvo)*. 2019. No 65(1). P. 30–36. DOI: 10.2478/agri-2019-0003
12. Heritability of valuable economic traits in the hybrid generations of bread wheat / Juraev D.T. et al. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2021. P. 2008–2019.

13. Lozinskyi M.V. Inheritance and grain weight transgressive variability per plant in hybrid winter wheat (*T. aestivum* L.), obtained from the hybridization of various ecotypes. *Агробіологія*. 2016. No 1. P. 22–28.

14. Бакуменко О.М., Власенко В.А. Гетерозис та успадкування маси 1000 насінин в F₁ пшениці м'якої озимої (*triticum aestivum* L.). *Journal of native and alien plant studies*. 2015. No 11. С. 67–73. DOI: 10.37555/11.2015.190866

15. Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці *T. aestivum* L. на адаптивність до умов довкілля. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. № 16. С. 92–96.

16. Shcherbakova Y.U. Inheritance of economically valuable characteristics in inter various hybrids of wheat in soft winter under forest steppe. *Norwegian journal of development of the international science*. 2021. Vol. 55(2). P. 16–20.

17. Triticale breeding improvement by the intraspecific and remote hybridization / Diordiieva I. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. No 10(4). P. 67–71. DOI: 10.15421/2020_169.

18. Assessment of genetic variability and heritability for grain yield and its associated traits in F₂ populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) / Sootaher J.K. et al. *Pure and applied biology*. 2020. No 9(1). P. 36–45.

19. Sabit Z., Yadav D.B., Rai D.P.K. Genetic variability, correlation and path analysis for yield and its components in F₅ generation of bread wheat (*T. aestivum* L.). *J. Pharm. Phytochem*. 2017. No 6(4). P. 680–687.

20. Нама-Амин Т.Н., Towfiq S.I. Estimation of some genetic parameters using line × tester analysis of common wheat (*T. aestivum* L.). *Appl. Ecol. Environ. Res*. 2019. No 17(4). P. 9735–9752.

21. Fertility recovery of wheat male sterility controlled by Ms₂ using CRISPR/Cas9 / Tang H. et al. *Plant Biotechnology Journal*. 2021. No 19(2). 224 p.

22. Носатовский А.И. Пшеница. Москва: Колос, 1965. 568 с.

23. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Озима пшениця. Львів: НВФ “Українські технології”, 2006. 216 с.

24. Лозінський М.В. Загальна та продуктивна кущистість пшениці м'якої озимої та їх вплив на формування кількості зерен і маси зерна з рослини. Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та докторантів. Біла Церква, 2013. 18 с.

25. Productivity of soft winter wheat sort depending on terms length of sowing and weather in spring-summer period / Korkhova M. et al. *Agrobiologiya*. 2018. № 1. P. 5–10.

26. Новак Ж.М., Коцюба С.П., Макарчук М.О. Висота рослин та кількість продуктивних стебел гібридних популяцій F₃ пшениці твердої ярої. Селекційно-генетична наука і освіта: матеріали Х міжнар. наук. конф. Умань, 2021. С. 164–167.

27 Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В., Дубова О.А. Кущистість пшениці м'якої озимої різного еколого-географічного походження та її зв'язок з елементами продуктивності. *Агробіологія*. 2013 № 10. С. 142–147.

28. Волкодав В.В. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: заг. част. Охорона прав на сорти рослин: Офіційний бюлетень. Київ: Алефа. 2003. Вип. 1. Ч. 3. 106 с.

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

30. Matzinger D.F., Mannand T.J., Cockerham C.C. Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. 1962. No 2. P. 238–286.

31. Fonseca S., Patterson F.L. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*. 1968. No 1. P. 85–88.

32. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. No 35. P. 303–321.

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

34. Лозінський М.В., Устинова Г.Л. Оцінка сортів пшениці м'якої озимої за фенотиповою і генотиповою мінливістю продуктивної кущистості. Current issues, achievements and prospects of Science and education: the XII international science conference. Athens, Greece. May 03-05, 2021. P. 18–20.

35. Лозінський М.В., Бурденюк-Тарасевич Л.А. Вплив гідротермічних умов на формування продуктивної кущистості *T. aestivum* L. озимої за гібридизації різних екотипів. Сучасні проблеми ведення сільського господарства та підготовки фахівців аграрного профілю: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Біла Церква, 2018. С. 17–18.

36. Khomenko S., Fedorenko M., Chugunkova T. Inheritance of yield components and heterosis in spring durum wheat hybrids (*Triticum durum* Desf.). *Cytol Genet*. 2021. Vol. 55. No 4. P. 309–316. DOI: 10.3103/S0095452721040058

37. Лозінський М.В. Успадкування і трансгресивна мінливість загальної і продуктивної кущистості внутрішньовидових гібридів пшениці озимої. *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 53–56.

38. Association between grain yield, grain quality and morpho-physiological traits along ten cycles of recurrent selection in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) / Maich R.H. et al. *Cereal Res. Com*. 2017. No 45(1). P. 146–153.

39. Inheritance of ear productivity elements in hybrids of F₁ *Triticum aestivum* L., created with the participation of varieties of carriers of wheat-rye translocations 1AL. 1RS and 1BL. 1RS / Dubovyk N.S. et al. *Plant varieties studying and protection*. 2019. № 15(1). P. 5–12.

REFERENCES

1. Egamov, I.U. (2021). Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated conditions. *International journal of modern agriculture*. Vol. 10(2), pp. 2491–2506.

2. Jaskulska, I., Jaskulski, D., Gałęzewski, L., Knapowski, T., Kozera, W., Waclawowicz, R. (2018).

Mineral composition and baking value of the winter wheat grain under varied environmental and agronomic conditions. *J. Chem.* no. 1, pp. 1–7. DOI: 10.1155/2018/5013825

3. Din, K., Khan, N.U., Gul, S., Khan, S.U., Khalil, I.H., Khan, S.A., Khalil, I.A. (2021). Line by tester combining ability analysis for earliness and yield traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Japs: Journal of animal & plant sciences.* no. 31 (2). DOI: 10.36899/JAPS.2021.2.0242.

4. Gilliham, M., Able, J.A., Roy, S.J. (2017). Translating know ledge about abiotic stress tolerance to breeding programmers. *Plant Journal.* Vol. 90, Issue 5, pp. 898–917. DOI: 10.1111/tj.13456.

5. Boichuk, I.V. (2020). Obruntuvannia pidboru sortiv pshenytsi ozymoi dlia umov pivdennoho stepu Ukrainy [Substantiation of selection of winter wheat varieties for the conditions of the southern steppe of Ukraine]. *Topical issues of the development of modern science: The 7th International scientific and practical conference.* Sofia, Bulgaria, ACCENT, pp. 151–161.

6. Lytvynenko, M.A. (2010). Realizatsiia hene-tychnoho potentsialu. Problemy produktyvnosti ta yakosti zerna suchasnykh sortiv ozymoi pshenytsi [Realization of genetic potential. Problems of productivity and quality of grain of modern varieties of winter wheat]. *Nasinytstvo [Seed production]*, no. 6, pp. 1–6.

7. Harkness, C., Semenov, M.A., Areal, F. (2020). Adverse weather conditions for UK wheat production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology.* 1078622, pp. 282–283. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.107862

8. Domaratskyi, Ye.O. (2018). Podolannia vplyvu stresovykh yavlyshch pid chas vyroshchuvannia pshe-nytsi ozymoi za umov hlobalnykh klimatychnykh zmin [Overcoming the effects of stress during the cultivation of winter wheat in the context of global climate change]. *Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi osvity ta nauky: zb. tez mizhnarodna nauk.-praktych. konf. za uchastiu FAO [Climate change and agriculture. Challenges for agricultural education and science: coll. thesis international scientific-practical. conf. with the participation of FAO].* Kyiv, pp. 227–232.

9. Nekrasova, O., Kravchenko, N., Marchenko, D., Nekrasov, E. (2021). Estimation of grain productivity and biochemical indicators of the winter bread wheat varieties depending on the forecrop. In *E3S Web of Conferences.* Vol. 273, 01027 p.

10. Khomenko, L.O., Sandetska, N.V. (2018). Dzherela kompleksnoi stiikosti pshenytsi ozymoi (*Triticum aestivum* L.) u seleksii na adaptyvnyist [Sources of complex resistance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in adaptability selection]. *Plant Varieties Studying and Protection.* no. 14(3), pp. 270–276. DOI: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289.

11. Klčová, L., Ondřejčková, K., Mihálik, D., Gu- bišová, M. (2019). The choice of suitable conditions for wheat genetic transformation. *Agriculture (Polno- hospodarstvo).* no. 65(1), pp. 30–36. DOI: 10.2478/agri-2019-0003

12. Juraev, D.T., Amanov, O.A., Dilmurodov, S.D., Meyliev, A.K., Boysunov, N.B., Kayumov, N.S., Ugli

Ergashev, Z.B. (2021). Heritability of valuable eco- nomic traits in the hybrid generations of bread wheat. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology.* pp. 2008–2019.

13. Lozinskyi, M.V. (2016). Inheritance and grain weight transgressive variability per plant in hybrid win- ter wheat (*T. aestivum* L.), obtained from the hybridiza- tion of various ecotypes. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*, no. 1, pp. 22–28.

14. Bakumenko, O.M., Vlasenko, V.A. (2015). Heterozys ta uspadkuvannia masy 1000 nasynyn v F_1 pshenytsi miakoi ozymoi (*Triticum aestivum* L.) [Heterosis and inheritance of 1000 seeds in F_1 of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.)]. *Journal of Na- tive and Alien Plant Studies*, no. 11, pp. 67–73. DOI: 10.37555/11.2015.190866

15. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Lozinskyi, M.V. (2015). Pryntsyppy pidboru par dlia hibrydyzatsii v seleksii ozymoi pshenytsi *T. aestivum* L. na adap- tyvnist do umov dovkillia [Principles of selection of pairs for hybridization in the selection of winter wheat *T. aestivum* L. for adaptability to environmental condi- tions]. *Fakty eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmv [Factors of experimental evolution of organisms]*, no. 16, pp. 92–96.

16. Shcherbakova, Y.U. (2021). Inheritance of eco- nomically valuable characteristics in inter various hy- brids of wheat in soft winter under forest steppe. *Nor- wegian Journal of Development of the International Science.* Vol. 55(2), pp. 16–20.

17. Diordiieva, I., Riabovol, I., Riabovol, L., Serzhuk, O., Novak, Z., Chernov, O., Karychkovs- ka, S. (2020). Triticale breeding improvement by the intraspecific and remote hybridization. *Ukrainian Journal of Ecology*, no. 10(4), pp. 67–71. DOI: 10.15421/2020_169.

18. Sootaher, J.K., Abro, T.F., Soomro, Z.A., Sootahar, M.K., Baloch, T.A., Menghwar, K.K., Kachi, M., Mastoi, M.A., Soomro, T.A. (2020). Assessment of genetic variability and heritability for grain yield and its associated traits in F_2 populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pure and Applied Biology.* no. 9(1), pp. 36–45.

19. Sabit, Z., Yadav, D.B., Rai, D.P.K. (2017). Genet- ic variability, correlation and path analysis for yield and its components in F_3 generation of bread wheat (*T. aes- tivum* L.). *J. Pharm. Phytochem.* no. 6(4), pp. 680–687.

20. Hama-Amin, T.N., Towfiq, S.I. (2019). Esti- mation of some genetic parameters using line \times tester analysis of common wheat (*T. aestivum* L.). *Appl. Ecol. Environ. Res.* no. 17(4), pp. 9735–9752.

21. Tang, H., Liu, H., Zhou, Y., Liu, H., Du, L., Wang, K., Ye, X. (2021). Fertility recovery of wheat male sterility controlled by Ms2 using CRISPR/Cas9. *Plant Biotechnology Journal.* no. 19(2), 224 p.

22. Nosatovskiy, A.Y. (1965). *Pshenytsa [Wheat].* Moscow, 568 p.

23. Lykhochvor, V.V., Prots, R.R. (2006). *Ozyna pshenytsia [Winter wheat].* Lviv, Ukrainian Technolo- gies Research and Production Enterprise, 216 p.

24. Lozinskyi, M.V. (2013). Zahalna ta produk- tyvna kushchystist pshenytsi miakoi ozymoi ta yikh

vplyv na formuvannya kilkosti zeren i masy zerna z roslyny [General and productive bushiness of soft winter wheat and their influence on the formation of the number of grains and grain weight of the plant]. Naukovi poshuky molodi u tret'omu tysjacholitti: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. molodyh vchenyh, aspirantiv ta doktorantiv [Scientific research of young people in the third millennium: materials of the international scientific-practical conference of young scientists, graduate students and doctoral students]. Bila Tserkva, 18 p.

25. Korkhova, M., Kovalenko, O., Khonenko, L., Markova, N. (2018). Productivity of soft winter wheat sort depending on terms length of sowing and weather in spring-summer period. *Agrobiology*, no. 1, pp. 5–10.

26. Novak, Z.M., Kotsiuba, S.P., Makarchuk, M.O. (2021). Vysota roslyn ta kilkist produktyvnykh stebel hibrydnykh populiatsii F_3 pshenytsi tvrdoj yaroj [Plant height and number of productive stems of hybrid populations of F_3 durum wheat]. Seleksiino-henetychna nauka i osvita: materialy X mizhnar. nauk. konf. [Breeding and genetic science and education: materials of the X International. Science. conf.]. Uman, pp. 164–167.

27. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Lozinskyi, M.V., Dubova, O.A. (2013). Kushchystist pshenytsi miakoi ozymoi riznoho ekoloho-heohrafichnoho pokhodzhenia ta yii zviazok z elementamy produktyvnosti [Bushiness of soft winter wheat of different ecological and geographical origin and its connection with the elements of productivity]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*, no. 10, pp. 142–147.

28. Volkodav, V.V. (2003). *Metodyka derzhavnoho vyprovuvannya sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Okhorona prav na sorty roslyn [Methods of state testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Protection of plant variety rights]*. Kyiv, Alefa, Issue 1, Part 3, 106 p.

29. Dospheov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyita [Field experiment technique]*. Moscow, Agropromizdat, 352 p.

30. Matzinger, D.F., Mannand, T.J., Cockerham, C.C. (1962). Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. no. 2, pp. 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*. no. 1, pp. 85–88.

32. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. no. 35, pp. 303–321.

33. Beil, G.M., Atkins R.E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. no. 39, 3.

34. Lozinskyi, M.V., Ustynova, H.L. (2021). Ot-sinka sortiv pshenytsi miakoi ozymoi za fenotypovoiu i henotypovoiu minlyvistiu produktyvnoi kushchystosti [Evaluation of soft winter wheat varieties by phenotypic and genotypic variability of productive bushiness]. The XII International Sciece Conference «Current issues, achievements and prospects of Science and education». Greece, Athens, pp. 18–20.

35. Lozinskyi, M.V., Burdeniuk-Tarasevych, L.A. (2018). Vplyv hidrotermichnykh umov na formuvannya produktyvnoi kushchystosti *T. aestivum* L. ozymoi za hibrydzatsii riznykh ekotypiv [Influence of hydrothermal conditions on the formation of productive bushiness of *T. aestivum* L. winter hybridization of different ecotypes]. *Suchasni problemy vedennja sil'skogo gospodarstva ta pidgotovky fahivciv agrarnogo profilju: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf [Modern problems of agriculture and training of agricultural specialists: materials of the international scientific-practical conference]*. Bila Tserkva, pp. 17–18.

36. Khomenko, S., Fedorenko, M., Chugunkova, T. (2021). Inheritance of Yield Components and Heterosis in Spring Durum Wheat Hybrids (*Triticum durum* Desf.). *Cytol Genet*. Vol. 55, no. 4, pp. 309–316. DOI: 10.3103/S0095452721040058

37. Lozinskyi, M.V. (2015). Uspadkuvannia i transhresyvna minlyvist zahalnoi i produktyvnoi kushchystosti vnutrishnovydovykh hibrydiv pshenytsi ozymoi [Inheritance and transgressive variability of general and productive bushiness of intraspecific hybrids of winter wheat]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*, no. 2, pp. 53–56.

38. Maich, R.H., Steffolani, M.E., Di Rienzo, J.A., León, A.E. (2017). Association between grain yield, grain quality and morpho-physiological traits along ten cycles of recurrent selection in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Res. Com*. no. 45(1), pp. 146–153.

39. Dubovyk, N.S., Humeniuk, O.V., Kyrylenko, V.V., Misiura, I.I., Khomenko, T.M. (2019). Inheritance of ear productivity elements in hybrids of F_1 *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*. no. 15(1), pp. 5–12.

The influence of genotype and conditions of the year on the inheritance of productive bushiness at hybridization of soft winter wheat cultivars that differ in early maturation

Lozinsky M., Ustynova H.

The peculiarities of inheritance of productive bushes in F_1 , obtained by cross-breeding of different cultivars of soft winter wheat were studied in the conditions of the experimental field of the Research and Production center of the Bila Tserkva National Agrarian University in 2018–2020 contrasting in the hydrothermal conditions. During the research years, the productive bushiness of selected parental forms for hybridization had a significant differentiation of 1.1–2.2 pieces of stem/plant. The varieties formed maximum average productive bushiness (1.7 pcs. stalk/plant) in 2020, and in 2018–2019 the indicator was at the level of 1.5 pcs. stalk/plant. Research has shown that winter wheat productive bushiness is a genetically controlled trait and is highly susceptible to the conditions of the year.

The vast majority of hybrids produced in 2018–2020 significantly exceeded the original forms for productive bushing (2.3–7.6 pcs. stalk/plant). The

maximum F1 index (4.7 pcs. stalk/plant) was formed in 2019. Under 2018 conditions, the productive bushiness represented 4.1 pcs. In 2018 conditions, the productive bushiness represented 4.1 pcs. stalk/ plant. The minimum productive bushes of 2.8 pcs. stalk/ plant in the hybrid crop were formed in 2020. The results show that the productive bushiness F1 depends on the components of hybridization and the conditions of the year.

Positive hypothetical and true heterosis for three years are determined in 34 and 32 of 36 combinations of hybridization, respectively. Stable high hypothetical (307.7–105.4 %) and true (278.6–100.0 %) heterosis, for 2018–2020, was in Bilotserkivska semi-dwarf / Zolotokolosa, Bilotserkivska semi-dwarf / Chornyava, Bilotserkivska semi-dwarf / Vidrada, Zolotokolosa / Chornyava, Zolotokolosa / Vidrada.

Studies have found that positive overdominance is the most common type of inheritance of productive bushiness in 2018–2020 observed in 95.1 % of hybrids. However, indicators of phenotypic dominance of productive bushiness in the research years are determined by selected components of hybridization and the conditions of the year.

The experimental data indicate that the cross-breeding of soft winter wheat varieties that differ in early maturity of parental forms of made it possible to isolate hybrids, which in contrasting hydrothermal conditions for the growing season years have formed stable high manifestations of productive bushiness.

Key words: soft winter wheat, parental forms, hybrids, productive bushiness, hypothetical and true heterosis, degree of phenotypic dominance, type of inheritance.



Copyright: Лозінський М.В., Устинова Г.Л. © 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.

Устинова Г.Л.

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

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