

ЛОЗІНСЬКИЙ М.В.

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

УСТИНОВА Г.Л.

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

ГУЦАЛЮК Н.В.

КРИЦЬКА М.О.

ПРЕЛИПОВ Р.А.

БАКУМЕНКО О.Ю.

Білоцерківський національний аграрний університет

Lozinsk@ukr.net

ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ КІЛЬКОСТІ ЗЕРЕН ГОЛОВНОГО КОЛОСУ У ПОПУЛЯЦІЯХ F₂ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ РІЗНИХ ЗА СКОРОСТИГЛІСТЮ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

У контрастні за гідротермічними умовами 2019–2020 роки досліджували гібридні популяції F₂, створені схрещуванням різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. Метою роботи було встановлення ступеню і частоти позитивних трансгресій за кількістю зерен з головного колосу залежно від залучених до гібридизації батьківських форм і гідротермічних умов уроку та відібрати господарсько цінні рекомбінанти для подальшої селекційної роботи. За використання в різних схемах схрещування ранньостиглих, середньоранніх, середньостиглих, середньопізніх сортів більшість популяцій F₂, як за середньою кількістю зерен в колосі, так і максимальним її проявом значно перевищувала вихідні форми характеризуючись значним формотворенням. Отримані результати свідчать про значний вплив підібраних пар для гібридизації і гідротермічних умов року на формування кількості зерен у популяціях F₂ пшениці м'якої озимої. Водночас гібридні популяції в яких материнською формою були ранньостиглі сорти менше піддаються впливу несприятливих гідротермічних умов.

В результаті досліджень виділені гібридні популяції, які в контрастні за гідротермічними умовами роки мали більшу за середню по F₂ кількість зерен в головному колосі і характеризувались високими показниками ступеню і частоти позитивних трансгресій, а саме: Миронівська рання / Білоцерківська напівкарликова; Миронівська рання / Золотоколоса; Миронівська рання / Чорнява; Кольчуга / Столична; Миронівська рання / Вдала; Щедра нива / Відрада; Антонівка / Столична.

Визначені кореляційні взаємозв'язки між ступенем фенотипового домінування в F₁ та ступенем і частотою позитивних трансгресій свідчать про недостовірний слабкий від прямого до зворотного зв'язок між цими показниками. На достовірному рівні, у роки досліджень, встановлено сильну ($r=0,774\dots0,893$) кореляційну взаємозалежність між ступенем позитивних трансгресій і частотою рекомбінантів.

Ключові слова: ступінь і частота трансгресій, пшениця м'яка озима, групи стиглості, батьківські форми, мінливість, кількість зерен головного колосу, популяції F₂, ступінь фенотипового домінування.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Пшениця (*Triticum aestivum* L.) озима – одна з найважливіших зернових культур у світовому сільському господарстві, з щорічним обсягом виробництва зерна близько 760 млн. т. [1–3]. Тому перед виробниками рослинницької продукції, як в масштабах світу так і України гостро стоїть завдання збільшення обсягів виробництва та покращення показників якості зерна культури [4, 5].

Створення і впровадження у сільське господарство нових комерційних сортів з високим потенціалом продуктивності та адаптивності є найдешевшим і одночасно екологічно безпечним фактором зростання та стабілізації виробництва зерна [6–8].

Найбільш результативним методом селекції пшениці на сьогоднішній день залишається внутрішньовидова міжсортна гібридизація з послідуочим доббором [9, 10]. За рахунок перекомбінацій в гібридних поколіннях формується генетичне різноманіття вихідного матеріалу для селекції [11–13]. Успіх практичної селекційної роботи за використання міжсортних рекомбінацій та трансгресивної мінливості значною мірою залежить від підбору батьківських пар для гібридизації [14].

Проблема трансгресивної мінливості в силу важливого теоретичного і практичного її значення привертає увагу багатьох науковців [15, 16]. У гібридних популяціях може відбуватися значна мінливість за кількісними ознаками і властивостями, прояв яких є відмінним від батьківських форм. В практичній селекції на підвищення адаптивного потенціалу велике значення мають позитивні трансгресії, отримані в результаті формотворення за різними господарсько цінними ознаками [16].

Добір позитивних трансгресивних рекомбінантів з гібридних популяцій, які за кількісними ознаками переважають вихідні батьківські форми, є важливим завданням в практичній селекційній роботі з самозапильними культурами. Тому значна частина селекціонерів у своїх дослідженнях приділяє велику увагу трансгресіям [17]: у пшениці м'якої озимої [16–21], пшениці м'якої ярої [22], пшениці твердої ярої [17], ячменю [23], сої [24], квасолі звичайної [25], кормових

бобів [26]. Водночас завдяки науковому обґрунтованому підходу до виділення трансгресивних морфобіотипів деякі селекціонери досягли значних успіхів у створенні високопродуктивних сортів [17].

Широке поширення пшениці м'якої озимої надало її агробіологічному дослідженню регіональний характер [27]. На даний час отримані результати, які певною мірою трактують виникнення трансгресивної мінливості, але ще не розроблена теорія трансгресії ознак і властивостей та не існує єдиного пояснення цьому генетичному явищу [28, 15].

Одним із важливих елементів структури врожайності пшениці є кількість зерен в колосі [29, 30], яка за Ф.М. Куперман [31] визначається під час проходження IV-IX етапів органогенезу. Тому для підвищення продуктивного і адаптивного потенціалу пшениці м'якої озимої важливим є встановлення закономірностей формування позитивних рекомбінантів в гібридних популяціях за озерненістю головного колосу.

Метою досліджень було визначення ступеню і частоти позитивних трансгресій за кількістю зерен з головного колосу у популяціях F_2 , отриманих за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої, залежно від гідротермічних умов уроку та відібрати господарсько цінні рекомбінанти для подальшої селекційної роботи.

Матеріал та методика досліджень. У 2019–2020 рр. в умовах дослідного поля науково виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували гібридні популяції F_2 створені у 2018–2019 рр. схрещуванням різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої, а саме Миронівська рання (Мир. рання), Кольчуга, Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.), Золотоколоса (Золотокол.), Чорнява, Щедра нива, Столична, Відрада, Миронівська 61 (Мир. 61), Антонівка, Єдність, Добірна, Пивна і Вдала. Насіння популяцій F_2 і батьківських форм висівали вручну за схемою ♀– F_2 –♂ з міжряддям 15 см. Біометричні аналізи проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності [32]. Агротехніка – загальноприйнята для вирощування пшениці м'якої озимої в Лісостепу України. Попередник гірчиця.

Ступінь та частоту позитивних трансгресій кількості зерен з головного колосу визначали за методикою Г. С. Воскресенської і В. І. Шпота [33]. Ступінь фенотипового домінування (h_p) за методикою В. Griffing [34]. Статистичну обробку отриманих біометричних даних здійснювали за Б.А. Доспеховим [35] та програмою “Statistica”, версія 6.0.

Для комплексної оцінки умов зволоження користувалися гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) – за Селяніновим [36], який враховує як надходження води у вигляді опадів, так і сумарну їх витрату на випаровування, яка визначається температурою повітря за цей же час і вираховується за формулою:

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

$\sum o$ – 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. На час сівби (1 жовтня) метеорологічні умови у 2018-2020 рр. сприяли отриманню дружніх сходів і росту та розвитку пшениці м'якої озимої в осінній період. Кількість опадів за вересень-листопад 2018 р. була на 16 мм меншою, а в умовах 2019 р. близькою до середньо-багаторічних показників – 109 мм. Припинення осінньої вегетації пшениці відбулося 12.11. (2018 р.) і 21.11. (2019 р.), що сприяло успішному загартуванню рослин. Оподи за зимовий період 2018/2019 рр. (149,3 мм) значно перевищили середньобагаторічні показники (112 мм), а у 2019/2020 рр. (96,1 мм) їм поступалися. Температурний режим, що склався в зимовий період сприяв успішній перезимівлі рослин пшениці (табл. 1).

Вегетація пшениці м'якої озимої у 2019-2020 рр. від часу відновлення (02.03.) і (28.02.) відповідно відбувалася впродовж місяця за невисоких

температур з поступовим їх збільшенням. При цьому фактична кількість опадів була меншою на 6,6 мм у 2019 р. і 12,8 мм – 2020 р.

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

| Місяць | Декада | Опади, мм | | | | Температура, °С | | | |
|----------|--------|-----------|---------|---------|------------------|-----------------|---------|---------|------------------|
| | | 2018 р. | 2019 р. | 2020 р. | багаторічні дані | 2018 р. | 2019 р. | 2020 р. | 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 |

Ріст і розвиток пшениці в першій декаді квітні проходив за підвищеного температурного режиму 9,6 °С (2019 р.) і 7,9 °С (2020 р.) в порівнянні з середньо багаторічними показниками за повної відсутності опадів. Друга декада квітня 2019–2020 рр. характеризувалася близькою до середньобагаторічної температурою і меншою кількістю опадів (особливо у 2020 р.). У 2019 р. від переходу температури повітря через 10 °С до кінця травня, гідротермічний коефіцієнт становив 1,3, що свідчить про достатню вологозабезпеченість рослин пшениці м'якої озимої. В умовах 2020 р. в третій декаді квітня вегетація пшениці відбувалася за слабкої посухи (ГТК – 0,7). Опади травня 2020 р. дещо покращили вологозабезпеченість рослин. Вегетація пшениці у першій декаді травня 2019 р. відбувалася за дещо менших середньобагаторічних температурних показників. У II–III декаді травня 2019 р. відмічали перевищення температурного режиму на 3,0 і 3,5 °С відповідно. У 2020 р. середня температура повітря травня була значно меншою (12,5 °С) за багаторічні дані (14,8 °С).

Таким чином гідротермічні умови досліджуваних років характеризувались контрастними показниками, за температурним режимом і розподілом опадів, що значно вплинуло на формування кількості зерен в головному колосі.

Батьківські компоненти гібридизації в роки досліджень за кількістю зерен з головного колосу мали значну диференціацію. Так відповідно міжнародного класифікатора [37] дуже велику кількість зерен в головному колосі (більше 55 шт.) мав лише середньоранній сорт Чорнява у 2019 р. Стабільно велику кількість зерен II групи (43–55 шт.) формували середньоранній сорт Щедра нива і середньопізній Добірна. Батьківські форми Мир. рання, Кольчуга, Золотокол., Відрада, Мир. 61, Столична, Вдала характеризувалися у 2019–2020 рр. великою кількістю зерен на рівні I групи (36–42 шт.). Сорти Пивна і Б.Ц. н/к. у 2019 р. мали велику кількість зерен на рівні I-ї групи, а в умовах 2020 р. II групи (табл. 2).

Таблиця 2 – Кількість зерен в головному колосі батьківських форм, шт.

| Сорти | Група стиглості | 2019 р. | 2020 р. |
|--------------------|-----------------|---------|---------|
| Мир. рання | ранньостигла | 39,8 | 42,3 |
| Кольчуга | ранньостигла | 38,4 | 38,3 |
| Б.Ц. н/к. | ранньостигла | 39,5 | 49,6 |
| Золотокол. | середньорання | 39,8 | 37,9 |
| Чорнява | середньорання | 59,0 | 52,1 |
| Щедра нива | середньорання | 47,4 | 43,7 |
| Антонівка | середньостигла | 40,6 | 42,7 |
| Відрада | середньостигла | 37,6 | 35,9 |
| Мир. 61 | середньостигла | 40,7 | 39,7 |
| Єдність | середньостигла | 44,1 | 34,1 |
| Столична | середньостигла | 38,9 | 39,0 |
| Вдала | середньопізня | 40,7 | 39,8 |
| Добірна | середньопізня | 43,8 | 47,7 |
| Пивна | середньопізня | 38,4 | 53,5 |
| Лісова пісня (St.) | середньорання | 39,8 | 39,9 |
| НІР _{0,5} | - | 2,6 | 1,9 |

Встановлено, що достовірно більшу кількість зерен в головному колосі за стандарт Лісова пісня у роки досліджень формували сорти Чорнява, Щедра нива, Добірна та Єдність – 2019 р. і Мир. рання, Б.Ц. н/к., Антонівка, Пивна у 2020 р.

За використання в гібридизації ранньостиглих сортів материнською формою отримані популяції F₂, в переважній більшості, як за середньою

кількістю зерен головному колосі (50,9–66,8 шт.), так і максимальним проявом ознаки значно перевищували вихідні батьківські форми. У більшість популяцій F₂ відбувалося значне формотворення з максимальним проявом кількості зерен на рівні 81–94 шт. зерен за відповідних показників у вихідних форм 60–82 шт. зерен (табл. 3).

Таблиця 3 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю зерен головного колосу в популяціях F₂, отриманих за використання материнською формою ранньостиглих сортів (2019 р.)

| Популяції F ₂ | Кількість зерен, шт. | | | | | Трансгресія | | h _p [*] в F ₁ |
|--------------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|---|
| | \bar{x} ♀ | \bar{x} ♂ | \bar{x} F ₂ | максимальний прояв | | T _c , % | T _ч , % | |
| | | | | ♀; ♂ | F ₂ | | | |
| Мир. рання / Б.Ц. н/к. | 39,8 | 39,5 | 59,2 | 60 | 81 | 35,0 | 33,3 | 35,9 |
| Мир. рання / Кольчуга | 39,8 | 38,4 | 62,4 | 60 | 81 | 35,0 | 53,3 | 14,5 |
| Б.Ц. н/к. / Кольчуга | 39,5 | 38,4 | 52,2 | 60 | 72 | 20,0 | 16,7 | 7,9 |
| Мир. рання / Золотокол. | 39,8 | 39,8 | 62,4 | 65 | 84 | 29,2 | 30,0 | 15,4 |
| Мир. рання / Чорнява | 39,8 | 59,0 | 61,2 | 82 | 89 | 8,5 | 3,3 | 2,4 |
| Б.Ц. н/к. / Золотокол. | 39,5 | 39,8 | 55,7 | 65 | 72 | 10,8 | 16,7 | 9,2 |
| Б.Ц. н/к. / Чорнява | 39,5 | 59,0 | 56,7 | 82 | 69 | - | - | 22,1 |
| Кольчуга / Чорнява | 38,4 | 59,0 | 50,9 | 82 | 64 | - | - | 0,9 |
| Мир. рання / Антонівка | 39,8 | 40,6 | 60,6 | 55 | 88 | 60,0 | 66,7 | 13,5 |
| Мир. рання / Єдність | 39,8 | 44,1 | 53,0 | 67 | 89 | 32,8 | 13,3 | 30,3 |
| Б.Ц. н/к. / Антонівка | 39,5 | 40,6 | 63,6 | 60 | 83 | 38,3 | 50,0 | 12,2 |
| Б.Ц. н/к. / Єдність | 39,5 | 44,1 | 66,8 | 67 | 94 | 40,3 | 41,4 | 19,8 |
| Б.Ц. н/к. / Відрада | 39,5 | 37,6 | 57,1 | 60 | 75 | 25,0 | 33,3 | 89,5 |
| Кольчуга / Антонівка | 38,4 | 40,6 | 60,8 | 60 | 82 | 36,7 | 43,3 | 70,3 |
| Кольчуга / Єдність | 38,4 | 44,1 | 57,0 | 67 | 71 | 6,0 | 6,7 | 15,4 |
| Кольчуга / Відрада | 38,4 | 37,6 | 56,4 | 60 | 86 | 43,3 | 37,0 | 5,0 |
| Кольчуга / Столична | 38,4 | 38,9 | 59,9 | 60 | 83 | 38,3 | 40,0 | 39,3 |
| Мир. рання / Вдала | 39,8 | 40,7 | 59,2 | 58 | 91 | 56,9 | 50,0 | 74,0 |
| Мир. рання / Добірна | 39,8 | 43,8 | 58,7 | 60 | 84 | 40,0 | 35,7 | 29,0 |
| Б.Ц. н/к. / Добірна | 39,5 | 43,8 | 56,9 | 60 | 72 | 20,0 | 40,0 | 12,7 |

*h_p – ступінь фенотипового домінування.

Маючи більшу (60,6–66,8 шт.) за середню по F₂ (58,5 шт.) кількість зерен в головному колосі високим позитивним ступенем трансгресії і частотою рекомбінантів характеризувалися популяції Б.Ц. н/к. / Єдність, Мир. рання / Антонівка, Б.Ц. н/к. / Антонівка, Мир. рання / Золотокол., Мир. рання / Кольчуга, Кольчуга / Антонівка.

В умовах 2020 р. середня популяційна кількість зерен з головного колосу в порівнянні з 2019 р. зменшилась на 3,5–36,8 % і становила 39,3–60,5 шт. Лише

популяція Мир. рання / Вдала маючи середній показник 60,5 шт. зерен перевищила значення 2019 р. – 59,2 шт. Стабільним проявом у 2019–2020 рр. за зменшення кількості зерен (3,5–8,0 %) характеризувалися: Б.Ц. н/к. / Кольчуга; Б.Ц. н/к. / Золотокол.; Мир. рання / Єдність; Кольчуга / Єдність; Мир. рання / Чорнява. На середньому рівні (11,1–14,7 %) зменшився показник у популяцій Б.Ц. н/к. / Добірна, Кольчуга / Столична, Мир. рання / Б.Ц. н/к. і Мир. рання / Добірна. У всіх інших гібридних популяцій кількість зерен у головному колосі 2020 р. в порівнянні з 2019 р. була меншою на 20,0–36,8 %. При цьому 15 з 20 популяцій перевищили показники вихідних форм (табл. 4).

Таблиця 4 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю зерен з головного колосу в популяціях F₂, отриманих за використання материнською формою ранньостиглих сортів (2020 р.)

| Популяції F ₂ | Кількість зерен, шт. | | | | | Трансгресія | | h _p [*] в F ₁ |
|--------------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|--------------------|----------------|--------------------|--------------------|---|
| | \bar{x} ♀ | \bar{x} ♂ | \bar{x} F ₂ | максимальний прояв | | T _c , % | T _ч , % | |
| | | | | ♀; ♂ | F ₂ | | | |
| Мир. рання / Б.Ц. н/к. | 42,3 | 49,5 | 50,9 | 58 | 71 | 22,4 | 20,0 | 147,7 |
| Мир. рання / Кольчуга | 42,3 | 38,3 | 47,3 | 56 | 64 | 14,3 | 17,2 | 31,7 |
| Б.Ц. н/к. / Кольчуга | 49,5 | 38,3 | 50,4 | 58 | 62 | 6,9 | 13,3 | 52,5 |
| Мир. рання / Золотокол. | 42,3 | 37,9 | 49,9 | 62 | 68 | 9,7 | 10,0 | 1644,0 |
| Мир. рання / Чорнява | 42,3 | 52,1 | 56,3 | 69 | 85 | 23,2 | 16,7 | 1,8 |
| Б.Ц. н/к. / Золотокол. | 49,5 | 37,9 | 53,3 | 62 | 69 | 11,3 | 13,3 | 130,3 |
| Б.Ц. н/к. / Чорнява | 49,5 | 52,1 | 40,8 | 69 | 59 | - | - | 1,1 |
| Кольчуга / Чорнява | 38,3 | 52,1 | 39,3 | 69 | 58 | - | - | 1,2 |
| Мир. рання / Антонівка | 42,3 | 42,7 | 44,6 | 57 | 56 | - | - | 63,8 |
| Мир. рання / Єдність | 42,3 | 34,1 | 50,1 | 56 | 70 | 25,0 | 16,7 | 9,3 |
| Б.Ц. н/к. / Антонівка | 49,5 | 42,7 | 45,2 | 58 | 65 | 12,1 | 6,7 | 53,2 |
| Б.Ц. н/к. / Єдність | 49,5 | 34,1 | 42,1 | 58 | 51 | - | - | 7,2 |
| Б.Ц. н/к. / Відрада | 49,5 | 35,9 | 41,5 | 58 | 52 | - | - | 27,9 |
| Кольчуга / Антонівка | 38,3 | 42,7 | 47,3 | 57 | 65 | 14,0 | 6,7 | 27,0 |
| Кольчуга / Єдність | 38,3 | 34,1 | 52,9 | 51 | 67 | 31,4 | 53,3 | 5,1 |
| Кольчуга / Відрада | 38,3 | 35,9 | 43,2 | 51 | 55 | 7,8 | 6,7 | 62,5 |
| Кольчуга / Столична | 38,3 | 39,0 | 51,7 | 59 | 72 | 22,0 | 16,7 | 97,0 |
| Мир. рання / Вдала | 42,3 | 39,8 | 60,5 | 57 | 74 | 29,8 | 56,7 | 60,6 |
| Мир. рання / Добірна | 42,3 | 47,7 | 50,1 | 70 | 69 | - | - | 13,6 |
| Б.Ц. н/к. / Добірна | 49,5 | 47,7 | 50,6 | 70 | 73 | 4,3 | 3,3 | 10,8 |

*h_p – ступінь фенотипового домінування.

За максимальним проявом (51–85 шт.) у 2020 р. 14 популяцій перевищили показники батьківських форм (51–70 шт.). Більшу за середню кількість зерен з головного колоса по F₂ (48,4 шт.) мали 11 популяцій. Водночас високий ступінь

($T_c=22,0-29,8$ %) та частоту ($T_c=16,7-56,7$ %) трансгресій визначили у Мир. рання / Б.Ц. н/к., Мир. рання / Чорнява, Мир. рання / Єдність, Кольчуга / Єдність, Кольчуга / Столична, Мир. рання / Вдала.

Визначені кореляційні взаємозв'язки між ступенем фенотипового домінування у F_1 та ступенем і частотою позитивних трансгресій у F_2 свідчать про слабкий зв'язок між цими показниками, який змінювався від прямого ($r=0,302$; $r=0,241$) у 2019 р. до зворотного ($r=-0,243$; $r=-0,154$) – 2020 р. Між ступенем і частотою позитивних трансгресій встановлено прямий сильний достовірний кореляційний взаємозв'язок ($r=0,832$; $r=0,816$).

Середня кількість зерен з головного колоса (65,0 шт.) по всіх популяціях, отриманих за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів у 2019 р. на 6,5 шт. перевищувала показники популяцій створених схрещуванням материнською формою ранньостиглих сортів. Маючи кількість зерен на рівні 58,4–74,5 шт. всі популяції перевищили вихідні форми. Максимальний прояв досліджуваної ознаки (73–97 шт.) у 21 з 22 популяцій був значно більшим за батьківські компоненти (табл. 5).

Таблиця 5 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю зерен з головного колосу в популяціях F_2 , отриманих за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів (2019 р.)

| Популяції F_2 | Кількість зерен, шт. | | | | | Трансгресія | | h_p в F_1 |
|-------------------------|----------------------|----------------|--------------------|-----------------------|-------|--------------|--------------|------------------|
| | \bar{x} ♀ | \bar{x} ♂ | \bar{x} F_2 | максимальний прояв | | T_c , % | T_c , % | |
| | | | | ♀; ♂ | F_2 | | | |
| Золотокол. / Чорнява | 39,8 | 59,0 | 61,5 | 82 | 76 | - | - | 2,3 |
| Золотокол. / Щедра нива | 39,8 | 47,4 | 62,5 | 67 | 81 | 20,9 | 46,7 | 12,1 |
| Чорнява / Щедра нива | 59,0 | 47,4 | 73,0 | 82 | 98 | 19,5 | 6,7 | 3,2 |
| Золотокол. / Антонівка | 39,8 | 40,6 | 59,5 | 65 | 77 | 18,5 | 26,7 | 23,2 |
| Золотокол. / Єдність | 39,8 | 44,1 | 60,6 | 65 | 79 | 21,5 | 16,7 | 41,4 |
| Золотокол. / Відрада | 39,8 | 37,6 | 61,8 | 65 | 83 | 27,7 | 30,0 | 8,5 |
| Золотокол. / Столична | 39,8 | 38,9 | 70,1 | 65 | 88 | 35,4 | 63,3 | 19,8 |
| Чорнява / Антонівка | 59,0 | 40,6 | 72,0 | 82 | 97 | 18,3 | 6,7 | 3,41 |
| Чорнява / Єдність | 59,0 | 44,1 | 72,7 | 82 | 95 | 15,9 | 13,8 | 2,1 |
| Чорнява / Відрада | 59,0 | 37,6 | 74,4 | 82 | 93 | 13,4 | 13,8 | 2,0 |
| Чорнява / Столична | 59,0 | 38,9 | 74,5 | 82 | 93 | 13,4 | 16,7 | 4,3 |
| Щедра нива / Антонівка | 47,4 | 40,6 | 64,7 | 67 | 79 | 17,9 | 33,3 | 9,5 |
| Щедра нива / Відрада | 47,4 | 37,6 | 65,4 | 67 | 79 | 17,9 | 50,0 | 6,0 |
| Щедра нива / Добірна | 47,4 | 43,8 | 58,5 | 67 | 79 | 17,9 | 6,7 | 11,8 |
| Антонівка / Єдність | 40,6 | 44,1 | 58,6 | 67 | 74 | 10,4 | 6,7 | 73,7 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|------|----|----|------|------|-------|
| Антонівка / Відрада | 40,6 | 37,6 | 67,0 | 55 | 91 | 65,5 | 93,3 | 13,9 |
| Антонівка / Столична | 40,6 | 38,9 | 67,2 | 55 | 87 | 58,2 | 90,0 | 91,3 |
| Мир. 61 / Єдність | 40,7 | 44,1 | 59,5 | 67 | 73 | 9,0 | 10,0 | 72,0 |
| Єдність / Відрада | 44,1 | 37,6 | 60,3 | 67 | 78 | 16,4 | 13,3 | 13,6 |
| Єдність / Добірна | 44,1 | 43,8 | 58,4 | 67 | 83 | 23,9 | 16,7 | 529,0 |
| Вдала / Столична | 40,7 | 38,9 | 64,5 | 58 | 94 | 62,1 | 73,3 | 69,3 |
| Добірна / Пивна | 43,8 | 38,4 | 62,9 | 60 | 78 | 30,0 | 56,0 | 134,2 |

* h_p – ступінь фенотипового домінування.

Більша кількість зерен (65,4–74,5 шт.) за середню по F_2 формувалась у 9 популяцій. З яких вищі показники ступеню і частоти позитивних трансгресій визначені нами у Антонівка / Відрада ($T_c=65,5$ %; $T_{ч}=93,9$ %), Антонівка / Столична ($T_c=58,2$ %; $T_{ч}=90,0$ %), Золотокол. / Столична ($T_c=35,4$ %; $T_{ч}=63,3$ %).

Отримані експериментальні дані 2020 р. свідчать, що середньо популяційна кількість зерен (44,3 шт.) була на 20,2 шт. меншою за показник 2019 р. Зменшення кількості зерен у популяцій F_2 склало 11,6–43,7 %. При цьому лише Щедра нива / Добірна і Золотокол. / Чорнява мали менші показники на 11,6 % і 18,4 % відповідно. У інших популяцій зниження кількості зерен в головному колосі перевищило 20 %. Водночас дев'ять з 21 популяції за кількістю зерен (34,4–50,2 шт.) поступалися вихідним формам (табл. 6).

Таблиця 6 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю зерен з головного колосу в популяціях F_2 , отриманих за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів (2020 р.)

| Популяції F_2 | Кількість зерен, шт. | | | | | Трансгресія | | h_p в F_1 |
|-------------------------|----------------------|----------------|--------------------|--------------------|-------|--------------|-------------|------------------|
| | \bar{x} ♀ | \bar{x} ♂ | \bar{x} F_2 | максимальний прояв | | T_c , % | $T_{ч}$, % | |
| | | | | ♀; ♂ | F_2 | | | |
| Золотокол. / Чорнява | 37,9 | 52,1 | 50,2 | 69 | 68 | - | - | 1,5 |
| Золотокол. / Щедра нива | 37,9 | 43,7 | 46,4 | 62 | 67 | 8,1 | 6,7 | 4,0 |
| Чорнява / Щедра нива | 52,1 | 43,7 | 41,1 | 69 | 62 | - | - | 0,02 |
| Золотокол. / Антонівка | 37,9 | 42,7 | 43,8 | 62 | 60 | - | - | 55,8 |
| Золотокол. / Єдність | 37,9 | 34,1 | 34,4 | 62 | 49 | - | - | 14,6 |
| Золотокол. / Відрада | 37,9 | 35,9 | 42,8 | 62 | 63 | 1,6 | 3,3 | 2,2 |
| Золотокол. / Столична | 37,9 | 39,0 | 44,6 | 62 | 60 | - | - | 56,1 |
| Чорнява / Антонівка | 52,1 | 42,7 | 41,2 | 69 | 67 | - | - | -1,0 |
| Щедра нива / Столична | 43,7 | 39,0 | 56,6 | 59 | 82 | 39,0 | 40,0 | 5,9 |
| Щедра нива / Відрада | 43,7 | 25,9 | 45,2 | 54 | 65 | 20,4 | 20,0 | -0,8 |
| Щедра нива / Добірна | 43,7 | 47,7 | 51,7 | 70 | 88 | 25,7 | 3,3 | 8,3 |
| Антонівка / Єдність | 42,7 | 34,1 | 44,9 | 57 | 65 | 14,0 | 10,0 | 10,8 |
| Антонівка / Відрада | 42,7 | 35,9 | 41,0 | 57 | 49 | - | - | 6,3 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|------|----|----|------|------|-------|
| Антонівка / Столична | 42,7 | 39,0 | 48,3 | 59 | 63 | 6,8 | 6,7 | 24,1 |
| Антонівка / Мир. 61 | 42,7 | 39,7 | 48,4 | 63 | 68 | 7,9 | 10,0 | 4,2 |
| Мир. 61 / Єдність | 39,7 | 34,1 | 47,1 | 63 | 64 | 1,6 | 3,3 | 13,9 |
| Єдність / Відрада | 34,1 | 35,9 | 35,2 | 51 | 47 | - | - | 7,9 |
| Єдність / Добірна | 34,1 | 47,7 | 35,2 | 70 | 67 | - | - | 112,3 |
| Вдала / Столична | 39,8 | 39,0 | 48,3 | 59 | 75 | 27,1 | 13,3 | 27,6 |
| Вдала / Пивна | 47,7 | 53,5 | 44,6 | 76 | 63 | - | - | 42,0 |
| Добірна / Пивна | 47,7 | 53,5 | 39,0 | 76 | 54 | - | - | 14,6 |

* h_p – ступінь фенотипового домінування.

Позитивний ступінь і частоту трансгресій за максимальним проявом кількості зерен у 2020 р. встановили у 10 з 21 популяції F_2 . При цьому лише Щедра нива / Столична і Вдала / Столична маючи значно вищу за середню по F_2 кількість зерен з головного колосу характеризувалися високими їх показниками ($T_c=39,0\%$, $T_{ch}=40,0\%$) і ($T_c=27,1\%$, $T_{ch}=13,3\%$) відповідно.

У 2019-2020 рр. між ступенем фенотипового домінування у F_1 та ступенем і частотою позитивних трансгресій у F_2 визначені слабкі кореляційні взаємозв'язки ($r=-0,172\dots0,083$). На достовірному рівні встановлено сильну кореляційну взаємозалежність ($r=0,893$; $r=0,774$) між ступенем позитивних трансгресій і частотою рекомбінантів.

Висновки.

1. Використання в гібридизації різних за скоростиглістю батьківських форм пшениці м'якої озимої в більшості розширює формотворчий процес в популяціях F_2 і сприяє добору позитивних трансгресивних рекомбінантів за озерненістю колосу.

2. Встановлено значний вплив батьківських компонентів гібридизації і гідротермічних умов року на формування кількості зерен у популяціях F_2 пшениці м'якої озимої.

3. Гібридні популяції, створені за використання материнською формою ранньостиглих сортів менше піддаються впливу несприятливих гідротермічних умов за формування кількості зерен головного колосу. Так зменшення показника у 2020 р. в порівнянні з 2019 р. у них становило 3,5–36,8 %, а в популяцій

отриманих за використання вихідними формами середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів аналогічні дані становили – 11,6–43,7 %.

4. Виділені гібридні популяції, які в контрастні за гідротермічними умовами року формували більшу за середню по F_2 кількість зерен в головному колосі і характеризувались високими показниками ступеню і частоти позитивних трансгресій, а саме: Миронівська рання / Білоцерківська напівкарликова; Миронівська рання / Золотоколоса; Миронівська рання / Чорнява; Кольчуга / Столична; Миронівська рання / Вдала; Щедра нива / Відрада; Антонівка / Столична.

5. На достовірному рівні, у роки досліджень, встановлено сильну ($r=0,774\dots0,893$) кореляційну взаємозалежність між ступенем позитивних трансгресій і частотою рекомбінантів за кількістю зерен з головного колосу.

Перспективою подальших досліджень є комплексна оцінка виділених добром з популяцій F_2 позитивних рекомбінантів за кількістю зерен головного колосу і встановлення їх селекційної цінності в наступних поколіннях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Juraev D.T., Amanov O.A., Dilmurodov S.D., Boysunov N. B., Odirovich J.F. To study the heat tolerance features of bread wheat varieties and species for the southern regions of the Republic of Uzbekistan. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2020. V. 7. № 2. P. 2254–2270.
2. Lamichhane S., Murata C., Griffey C.A., Thomason W.E., Fukao T. Physiological and Molecular Traits Associated with Nitrogen Uptake under Limited Nitrogen in Soft Red Winter Wheat. *Plants*. 2021. № 10(1). 165. <https://doi.org/10.3390/plants10010165>.
3. 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. Т. 16. С. 92–96. <http://dspace.nbuiv.gov.ua/handle/123456789/177369>.
4. Литовченко А.О., Глушко Т.В., Сидякіна О.В. Якість зерна сортів пшениці озимої залежно від факторів та умов року вирощування на півдні Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3(95). С. 101–111. <http://hdl.handle.net/123456789/2143>
5. Сидякіна О.В., Дворецький В.Ф. Продуктивність озимої пшениці залежно від харчових фонів в умовах Західного Полісся. *Наукові горизонти*. 2020. № 7 (92). С. 45–52.
6. 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. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579>
7. Jaskulska I., Jaskulski D., Gałęzewski L., Knapowski T., Kozera W., Waclawowicz R. Mineral composition and baking value of the winter wheat grain under varied environmental and agronomic conditions. *J. Chem.* 2018. №1. Pp.1–7. <https://doi.org/10.1155/2018/5013825>.
8. 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.
9. Живлюк Е.К., Бородич Е.А. Наследование продуктивности главного колоса у межсортных гибридов мягкой озимой пшеницы. *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы*. Гродно. 2015. С. 50–58.
10. 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.
11. Prasad K.D., Haque M.F., Ganguli D.K. Heterosis studies for yield and its components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian J. Genet.* 1998. №1. P. 97–100.
12. Дуктова Н.А., Дуктов В.П., Павловский В.В. Твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) – новая зерновая культура в Беларуси: проблемы и перспективы. *Известия*. Беларусь. 2015. № 3. С. 85–92.
13. Васильківський С.П., Гудзенко В.М. Комбінаційна здатність, успадкування та трансгресивна мінливість у гібридів ячменю ярого за масою зерна з рослини. *Агробіологія*. 2013. № 10. С. 166–170.
14. Туктарова Н.Г., Торбина И.В. Проявление гетерозиса озимой пшеницы в гибридном питомнике первого года. *Владимирский земледелец*. 2016. № 3 (77). С. 35–37.
15. 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. <http://hdl.handle.net/123456789/1938>.
16. Орлюк А.П., Базалій В.В. Принципы трансгресивной селекции пшеницы. *Наддніпряньська правда*. Херсон. 1998. 274 с.

17. Хоменко С.О., Федоренко М.В. Трансгресивна мінливість ознак продуктивності гібридів другого покоління пшениці твердої ярої. *Селекція і насінництво*. 2015. № 107. С. 97–104. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2015.54041>.
18. 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. <https://doi.org/10.31073/mvis201807-03>.
19. Осьмачко О.М., Власенко В.А., Осьмачко Е.Н. Трансгресивна мінливість стійкості проти септоріозу гібридів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу. *Селекційно-генетична наука і освіта* (Парієві читання): матеріали VI Міжнародної наукової конференції. Умань. 2017. С. 92–96. <http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/5154>.
20. Базалій В., Домарацький Е., Бойчук І., Тетерук О., Козлова О., Базалій Г. Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. С. 87–93. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.13>.
21. Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Ображій С.В. Успадкування і формотворення за кількістю колосків від гібридизації різних за тривалістю вегетативного періоду сортів пшениці. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2020. Вип. 4 (42). С. 9–16. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/6284>.
22. Vakhnyi S., Khakhula V., Lozinska T., Fedoruk Y., Lozinskyi M., Obrazhyu S., Fedoruk N., Panchenko O., Yakovenko O. 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. 2019. P. 1187–1193. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3321>.
23. 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. <https://doi.org/10.31073/mvis201704-02>.
24. Штуць Т.М. Прояв трансгресії за ознаками продуктивності гібридів другого покоління (F₂) сої. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 88. С. 3–7.
25. Лехман А.А. Прояв позитивної трансгресивної мінливості за кількісними ознаками продуктивності у гібридів квасолі звичайної. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 87. С. 39–42.
26. Барвіченко С., Аралова Т. Трансгресивна мінливість кількісних ознак продуктивності у гібридів F₂ бобів кормових. *XIII Міжнародна наукова конференція “Корми і кормовий білок”*. Вінниця. 2021. С. 31–34.
27. Дорохов Б.А., Васильєва Н.М. Зимостойкость озимой пшеницы в условиях меняющегося климата. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2018. №2 С. 63–67.
28. Радченко И.Н. Проявление положительной трансгрессивной изменчивости по элементам продуктивности колоса у гибридов F₂ озимой мягкой пшеницы. *Селекція і насінництво*. 2008. № 96. С. 72–79. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2008.77198>.
29. Raykov G., Chamurliyski P., Doneva S., Penchev E., Tsenov N. Productivity performance of bread winter wheat genotypes of local and foreign origin. *Agricultural Science and Technology*. 2016. № 84. P. 276–279. <http://dx.doi.org/10.15547/ast.2016.04.052>.
30. Tsenov N., Gubatov T., Yanchev I. Correlations between grain yield and related traits in winter wheat under multi environmental traits. *Agricultural Science and Technology*. 2020. № 12. P. 295–300. DOI: 10.15547/ast.2020.04.047.
31. Куперман Ф.М. Биология развития культурных растений. Москва: Высшая школа. 1982. 343 с.
32. 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.

33. Воскресенская Г.С., Шпота В.И. Трангрессия признаков Brassica и методика количественного учёта этого явления. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1967. № 7. С. 18–20.
34. Griffing V. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. № 35. P. 303–321.
35. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат. 1985. 352 с.
36. Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. Ленинград: Гидрометеоздат. 1978. 200 с.
37. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum L* / Филатенко А.А., Шитова И.П.; под. ред. В.А. Корнейчук. Ленинград: ВИР. 1989. 44 с.

REFERENCES

1. Juraev, D.T., Amanov, O.A., Dilmurodov, S.D., Boysunov, N. B., Odirovich, J.F. (2020). To study the heat tolerance features of bread wheat varieties and species for the southern regions of the Republic of Uzbekistan. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. V. 7, no. 2, pp. 2254–2270.
2. Lamichhane, S., Murata, C., Griffey, C.A., Thomason, W.E., Fukao, T. (2021). Physiological and Molecular Traits Associated with Nitrogen Uptake under Limited Nitrogen in Soft Red Winter Wheat. *Plants*, no. 10(1). 165. <https://doi.org/10.3390/plants10010165>.
3. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Lozinskyi, M.V. (2015). Pryntsypy pidboru par dlia hibrydyzatsii v selektsii ozymoi pshenytsi *T. aestivum* L. na adaptyvnist 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* [Factors of experimental evolution of organisms], no. 16, pp. 92–96. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/177369> (in Ukrainian).
4. Lytovchenko, A.O., Hlushko, T.V., Sydiakina, O.V. (2017). Yakist zerna sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid faktoriv ta umov roku vyroshchuvannia na pivdni Stepu Ukrainy [Grain quality of winter wheat varieties depending on the factors and conditions of the year of cultivation in the south of the Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarynoi nauky Prychornomoria* [Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast], no. 3(95), pp. 101–111. <http://hdl.handle.net/123456789/2143> (in Ukrainian).
5. Sydiakina, O.V., Dvoretzkyi, V.F. (2020). Produktyvnist ozymoi pshenytsi zalezno vid kharchovykh foniv v umovakh Zakhidnoho Polissia [Productivity of winter wheat depending on food backgrounds in the conditions of Western Polissya]. *Naukovi horyzonty* [Scientific horizons], no. 7 (92), pp. 45–52 (in Ukrainian).
6. Lozinskyi, M.V., Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Dubova, O.A. (2016). Typy uspadkuvannia kilkosti zeren z roslyny u hibrydiv F₁ i formotvorchyi protses v hibrydnykh populiatsiiakh F₂ pshenytsi miakoi ozymoi, otrymanykh vid hibrydyzatsii riznykh ekotypiv [Types of inheritance of the number of grains from a plant in F₁ hybrids and the formation process in F₂ hybrid populations of soft winter wheat obtained from hybridization of different ecotypes]. *Ahrobiolohiia* [Agrobiology], no. 2 (128), pp. 45–51. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579> (in Ukrainian).
7. 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. <https://doi.org/10.1155/2018/5013825>.
8. Egamov, I.U., Siddikov, R.I., Rakhimov, T.A., Yusupov, N.K. (2021). Creation of High-Yielding Winter Wheat Varieties with High Yield and Grain Quality Suitable for Irrigated Conditions. *International Journal of Modern Agriculture*, no. 10(2), pp. 2491–2506.
9. Zhivlyuk, E.K., Borodich, E.A. (2015). Nasledovanie produktivnosti glavnoho kolosa u mezhsortovyih gibridov myagkoy ozimoy pshenytsi [Inheritance of main ear productivity in interspecific hybrids of soft winter wheat. Grodno]. *Selskoe hozyaystvo – problemy i perspektivy* [Agriculture - problems and prospects]. Grodno, pp. 50–58 (in Russian).

- 10 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.
- 11 Prasad, K.D., Haque, M.F., Ganguli, D.K. (1998). Heterosis studies for yield and its components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian J. Genet*, no.1, pp. 97–100.
- 12 Duktova, N.A., Duktov, V.P., Pavlovskiy, V.V. (2015). Tverdaya pshenitsa (*Triticum durum* Desf.) – novaya zernovaya kultura v Belarusi: problemy i perspektivy [Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) - a new grain crop in Belarus: problems and prospects]. *Izvestiya [News]. Belarusiya*, no. 3, pp. 85–92. (in Russian).
- 13 Vasytkivskiy, S.P., Hudzenko, V.M. (2013). Kombinatsiina zdatnist, uspadkuvannia ta transhresyvna minlyvist u hibrydiv yachmeniu yarocho za masoiu zerna z roslyny [Combinational ability, inheritance and transgressive variability in hybrids of spring barley by grain weight per plant]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*, no. 10, pp. 166–170 (in Ukrainian).
- 14 Tuktarova, N.G., Torbina, I.V. (2016). Proyavlenie geterozisa ozimoy pshenitsyi v gibridnom pitomnike pervogo goda [Manifestation of winter wheat heterosis in a hybrid nursery of the first year]. *Vladimirskiy Vladimir [Farmer zemledelets]*, no. 3 (77), pp. 35–37 (in Russian).
- 15 Bazalii, V.V., Boichuk, I.V. (2012). Transhresyvna minlyvist hibrydiv pshenytsi miakoi ozymoi i yii vykorystannia v selektsii [Transgressive variability of soft winter wheat hybrids and its use in breeding]. *Tavriiskiy naukoviy visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*, no. 78, pp. 3–7. <http://hdl.handle.net/123456789/1938> (in Ukrainian).
- 16 Orliuk, A.P., Bazalyi, V.V. (1998). Printsipyi transgresivnoy selektsii pshenitsyi [Principles of transgressive wheat selection]. *Kherson*, 274 p. (in Ukrainian).
- 17 Khomenko, S.O., Fedorenko, M.V. (2015). Transhresyvna minlyvist oznak produktyvnosti hibrydiv druhoho pokolinnia pshenytsi tvrdoi yaroi [Transgressive variability of signs of productivity of hybrids of the second generation of durum spring wheat]. *Selektsiia i nasynnytstvo [Breeding and seed production]*, no. 107, pp. 97–104. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2015.54041> (in Ukrainian).
- 18 Dubovyk, N.S., Humeniuk, O.V., Kyrylenko, V.V., Volohdina, H.B. (2018). Uspadkuvannia elementiv produktyvnosti ta yikh transhresyvna minlyvist u hibrydiv pshenytsi miakoi ozymoi, stvorenykh skhreshchuvanniam sortiv-nosiiv pshenychno-zhytnikh translokatsii [Inheritance of productivity elements and their transgressive variability in soft winter wheat hybrids created by crossing wheat-rye translocation carriers]. *Myronivskiy visnyk [Myronivskiy Herald]*, no. 7, pp. 26–38. <https://doi.org/10.31073/mvis201807-03> (in Ukrainian).
- 19 Osmachko, O.M., Vlasenko, V.A., Osmachko, E.N. (2017). Transgressive variability of resistance against septoria of hybrids of soft winter wheat in the Forest-Steppe. *Selektsiino-henetychna nauka i osvita: materialy VI Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii [Breeding and Genetic Science and Education: Proceedings of the VI International Scientific Conference]*. Uman, pp. 92–96. <http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/5154> (in Ukrainian).
- 20 Bazalii, V., Domaratskyi, E., Boichuk, I., Teteruk, O., Kozlova, O., Bazalii, H. (2020). Henetychnyi kontrol i rekombinatsiia oznak stiikosti do vyliahannia u hibrydiv pshenytsi 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. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2020.4.13> (in Ukrainian).
- 21 Lozinskyi, M.V., Ustynova, H.L., Obrazhii, S.V. (2020). Uspadkuvannia i formotvorennia za kilkistiu koloskiv vid hibrydzatsii riznykh za tryvalistiu vehetatyvnoho periodu sortiv pshenytsi [Inheritance and formation by the number of spikelets from hybridization of different varieties of wheat during the vegetative period.]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia «Ahronomiia i biolohiia» [Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series "Agronomy and Biology"]*, no. 4 (42), pp. 9–16. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/6284> (in Ukrainian).
- 22 Vakhnyi, S., Khakhula, V., Lozinska, T., Fedoruk, Y., Lozinskyi, 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. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3321>.

23. Hudzenko, V.M., Polishchuk, T.P., Babii, O.O. (2017). Kombinatsiina zdatsnist 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]. Myronivskyi visnyk [Myronivskyi Herald], no. 4, pp. 15–26. <https://doi.org/10.31073/mvis201704-02>. (in Ukrainian).

24. Shtuts, T.M. (2019). Proiav transhresii za oznakamy produktyvnosti hibrydiv druhoho pokolinnia (F₂) soi [Manifestation of transgression on the basis of productivity of second-generation (F₂) soybean hybrids]. Kormy i kormovyrobnytstvo [Feed and fodder production], no. 88, pp. 3–7 (in Ukrainian).

25. Lekhman, A.A. (2019). Proiav pozytyvnoi transhresyvnoi minlyvosti za kilkisnymy oznakamy produktyvnosti u hibrydiv kvasoli zvychainoi. Kormy i kormovyrobnytstvo [Feed and fodder production], no. 87, pp. 39–42 (in Ukrainian).

26. Barvichenko, S., Aralova, T. (2021). Transgressive variability of quantitative traits of productivity in F₂ hybrids of fodder beans. XIII Mizhnarodna naukova konferentsiia “Kormy i kormovi bilok” [XIII International Scientific Conference "Feed and Feed Protein"]. Vinnitsa, pp. 31–34 (in Ukrainian).

27. Dorohov, B.A., Vasileva, N.M. (2018). Zimostoykost ozimoy pshenitsyi v usloviyah menyayuschegosya klimata [Winter hardiness of winter wheat in a changing climate]. Vesnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], no. 2, pp. 63–67 (in Russian).

28. Radchenko, I.N. (2008). Proyavlenie polozhitelnoy transgressivnoy izmenchivosti po elementam produktivnosti kolosa u gibridov F₂ ozimoy myagkoy pshenitsyi [Manifestation of positive transgressive variability in the elements of ear productivity in F₂ hybrids of winter bread wheat]. Seleksiya i nasinnitstvo [Selection and production], no. 96, pp. 72–79. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2008.77198>. (in Russian).

29. Raykov, G., Chamurliyski, P., Doneva, S., Penchev, E., Tsenov, N. (2016). Productivity performance of bread winter wheat genotypes of local and foreign origin. Agricultural Science and Technology, no. 84, pp. 276–279. <http://dx.doi.org/10.15547/ast.2016.04.052>.

30. Tsenov, N., Gubatov, T., Yanchev, I. (2020). Correlations between grain yield and related traits in winter wheat under multi environmental traits. Agricultural Science and Technology, no. 12, pp. 295–300. Doi: 10.15547/ast.2020.04.047.

31. Kuperman, F.M. (1982). Biologiya razvitiya kulturnykh rasteniy. [Development biology of cultivated plants]. Moskva: Vysshaya shkola, 343 p. (in Russian).

32. Volkodav, V.V. ed. (2003). Metodyka derzhavnogo vyprovuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini: Zahalna chastyna [Methods of state testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine: General part]. Okhorona prav na sorty roslyn: Ofitsiyni biuleten [Protection of plant variety rights: Official Bulletin]. Issue 1, part 3. (in Russian).

33. Voskresenskaia, H.S. and Shpota, V.Y. (1967). Transhressiia 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 (in Russian).

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

35. Dospekhov, B.A. (1985). Metodyka polevoho opyta [Field experiment technique]. Moskva. Ahropromizdat, 352 p. (in Russian).

36. Shulgin, A.M. (1978). Agrometeorologiya i agroklimatologiya [Development biology of cultivated plants]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 200 p. (in Russian).

37. Fylatenko, A.A., Shytova, Y.P. and Korneichuk, V.A. (1989). Shyrokyi unyfytsyrovannyi klasyfykator SŌV roda *Triticum* L. [Wide unified CMEA classifier of the genus *Triticum* L.]. Lenynhrad VYR, 44 p. (in Russian).

Трансгрессивная изменчивость количества зерен главного колоса в популяциях F₂ по гибридизации разных по скороспелости сортов пшеницы мягкой озимой

В контрастных по гидротермическим условиям 2019–2020 годы исследовали гибридные популяции F₂, созданные скрещиванием различных по скороспелости сортов пшеницы мягкой озимой. Целью работы было установление степени и частоты положительных трансгрессий по количеству зерен в главном колосе в зависимости от вовлеченных в гибридизацию родительских форм и гидротермических условий года и отбор хозяйственно ценных рекомбинантов для дальнейшей селекционной работы. При использовании в различных схемах скрещивания раннеспелых, среднеранних, среднеспелых, среднепоздних сортов большинство популяций F₂, как по среднему количеству зерен в колосе, так и максимальному ее проявлению значительно превышало исходные формы, характеризовались значительным формообразованием. Полученные результаты свидетельствуют о значительном влиянии подобранных пар гибридизации и гидротермических условий года на формирование количества зерен в популяциях F₂ пшеницы мягкой озимой. В то же время гибридные популяции, в которых материнской формой были раннеспелые сорта, меньше подвергаются воздействию неблагоприятных гидротермических условий.

В результате исследований выделены гибридные популяции, которые в контрастные по гидротермическим условиям годы имели больше среднего по F₂ количество зерен в главном колосе и характеризовались высокими показателями степени и частоты положительных трансгрессий, а именно: Мироновская ранняя / Белоцерковская полукарликовая; Мироновская ранняя / Золотоколосая; Мироновская ранняя / Чернявая; Кольчуга / Столичная; Мироновская ранняя / Вдала; Щедрая нива / Видрада; Антоновка / Столичная.

Установленные корреляционные взаимосвязи между степенью фенотипического доминирования в F₁ и степенью, и частотой положительных трансгрессий свидетельствуют о недостоверной слабой от прямой до обратной связи между этими показателями. На достоверном уровне в годы исследований установлена сильная ($r=0,774\dots0,893$) корреляционная взаимозависимость между степенью положительных трансгрессий и частотой рекомбинантов.

Ключевые слова: степень и частота трансгрессии, пшеница мягкая озимая, группы спелости, родительские формы, изменчивость, количество зерен главного колоса, популяции F₂, степень фенотипического доминирования.

Transgressive variability of the number of grains of the main ear in populations F₂ by hybridization of different precocious varieties of soft winter wheat.

In contrast to the hydrothermal conditions of 2019-2020, F₂ hybrid populations were studied and created by crossing different precocious varieties of soft winter wheat. The aim of the research - establishing the degree and frequency of positive transgressions by the number of grains from the main ear, depending on the parental forms and hydrothermal conditions of the year involved in hybridization, and select economically valuable recombinants for further selection work. Using in various crossbreeding schemes of early-maturing, middle-early, medium-ripe, and middle-late varieties of most F₂ populations, both in terms of the average number of grains in the ear and its maximum manifestation, significantly exceeded the original forms and is characterized by significant formation. The obtained results indicate a significant influence of the selected pairs for hybridization and hydrothermal conditions of the year on the formation of the number of grains in F₂ populations of soft winter wheat. At the same time, hybrid populations in which the maternal form was early-maturing varieties are less susceptible to adverse hydrothermal conditions.

In the results of the most contrast studies, hybrid populations, which in hydrothermal conditions are less than the average number of grains in the ear for F₂ and were characterized by high rates and frequency of positive transgressions, namely: Myronivska early / B.TS. n/k.; Myronivska

early / Zolot.; Myronivska early / Chorniava; Kolchuga / Stolychna; Myronivska early / Vdala; Shchedra nyva / Vidrada; Antonivka / Stolychna.

The identified correlations between the degree of phenotypic dominance in F₁ and the degree and frequency of positive transgressions indicate an insignificantly weak direct to inverse relationship between these indicators. At a reliable level, in the years of research, a strong ($r = 0.774... 0.893$) correlation was found with the degree of positive transgressions and the frequency of recombinants.

Key words: degree and frequency of transgression, soft winter wheat, maturity groups, parental forms, variability, number of grains of the main ear, population F₂, degree of phenotypic dominance.