

АГРОНОМІЯ

УДК 633.11«321»:575.222.7: 575.1:632.4(292.485:477)

Успадкування стійкості F_1 пшениці ярої до *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. та *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. в умовах Лісостепу України

Федоренко М.В. , **Федоренко І.В.** ,
Близнюк Р.М. , **Шадчина Т.М.** 

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН

✉ E-mail: ira_mip@ukr.net



Федоренко М.В., Федоренко І.В., Близнюк Р.М., Шадчина Т.М. Успадкування стійкості F_1 пшениці ярої до *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. та *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. в умовах Лісостепу України. «Агробіологія», 2025. № 2. С. 202–210.

Fedorenko M., Fedorenko I., Blyzniuk R., Shadchyna T. Inheritance resistance of F_1 spring wheat to *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. and *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. in the Forest-Steppe of Ukraine. «Agrobiology», 2025. no. 2, pp. 202–210.

Рукопис отримано: 09.07.2025 р.

Прийнято: 24.07.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-199-2-202-210

Дослідження прояву успадкування рівня стійкості до листових грибних хвороб в гібридів першого покоління пшениці м'якої та твердої ярої є актуальним завданням під час створення високостійких сортів. Мета роботи передбачала встановити ступінь фенотипового домінування та рівень гетерозису за стійкістю до *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. і *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. у F_1 пшениці ярої. Дослідження проведено у 2023–2024 рр. в Миронівському інституті пшениці імені В.М. Ремесла НААН України. Матеріалом для досліджень слугували 20 F_1 пшениці ярої, отриманих від схрещування зразків різного еколого-географічного походження. Використано селекційний, польовий та математично-статистичні методи. Встановлено, що за стійкістю до борошнистої роси та бурої листової іржі гібридні комбінації пшениці ярої проявили різний ступінь успадкування – від депресії до наддомінування, залежно від підбору пар для гібридизації (гібридні комбінації пшениці твердої ярої порівняно з м'якою ярою проявили вищу стійкість до листових грибних хвороб), так і від умов року (вищий бал стійкості спостерігали у 2024 р. порівняно з 2023 р.). Цінність для селекційної роботи становлять комбінації пшениці м'якої ярої Хунзхе 9/МІП Олександра, А2/Елегія миронівська, Yaouyaan 448/Дубравка, Gingchun 533/Струна миронівська, Moyin 2/МІП Злата та твердої ярої МІП Ксенія/МІП Магдалена, МІП Магдалена/MUSK DUKEN, МІП Райдужна/Neodur, які характеризувались групою стійкістю *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. та *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob., що можуть слугувати високостійким вихідним матеріалом. Найбільш невдалими виявились поєднання батьківських форм у гібридних комбінаціях пшениці м'якої ярої Hingchun 26/МІП Світлана, Трізо/МІП Веснянка, МІП Веснянка/Лінія 15-36, оскільки вони зумовили прояв депресії, часткове від'ємне та проміжне успадкування.

Ключові слова: пшениця м'яка і тверда яра, F_1 , успадкування, стійкість, борошниста роса, бура листової іржі, ступінь фенотипового домінування, селекція.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Створення сортів, що поєднують високий потенціал врожайності з генетично детермінованою стійкістю до збудників хвороб є одним з найактуальніших завдань в селекції пшениці [1–4]. В Україні (особливо

зона Лісостепу) розповсюджені основні листові хвороби – борошниста роса (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *tritici* Marchal), бура іржа (*Puccinia recondita* Rob. ek. Desm. f. sp. *tritici*) [5]. Останніми роками значно зросла ураженість борошнистою росою та бурою іржею

рослин пшениці, що створює необхідність більш інтенсивного впровадження у виробництво стійких до патогенів сортів. У процесі їх створення перед селекціонерами виникає низка труднощів. Вони обумовлені насамперед відсутністю широкого різноманіття донорів їх стійкості. Крім того, висока мінливість патогенів призводить до швидкої втрати стійкості новостворених сортів [5, 6]. З урахуванням високої шкодочинності цих захворювань важливе значення має підвищення рівня стійкості нових сортів. Для успішної селекційної роботи в цьому напрямку необхідна наявність високостійкого вихідного матеріалу. Огляд сучасної літератури [7–9] свідчить, що підвищити стійкість пшениці до збудників основних хвороб можливо завдяки використанню генофонду стійких форм. Селекціонери цікавлять, насамперед, стійкі колекційні зразки, виявлені серед різноманіття світової колекції генетичних ресурсів пшениці, що дають можливість використати досягнення селекції у створенні комплексно стійких сортів. Селекція на імунітет ґрунтується на тих самих принципах, що й на інші ознаки, однак вона значно складніша і має свою специфіку. Дослідження кількісних ознак, що контролюються полімерними генами, ускладнюється їх надзвичайною мінливістю, що зумовлюється умовами середовища, а загальна картина їх успадкування і мінливості маскується модифікуючою дією гетерозису F_1 . Вивчення ступеня фенотипового домінування підтверджує можливість його застосування для підбору пар схрещування, також для швидкої оцінки гібридних нащадків [10].

Г.Г. Базалій та ін. [11] встановлено ступінь прояву генетичного контролю та особливості успадкування стійкості до бурої іржі, борошнистої роси та септоріозу листя. Виявлено, що селекційну цінність мають гібридні комбінації з домінантним моногенним контролем стійкості, а також з комплементарною та епістатичною взаємодіями домінантних генів. Особливо цінною є інформація про донорські властивості окремих сортів, які одноразово, постійно або багаторазово використовують як батьківські форми гібридів, а також про структуру наявних гібридних популяцій за стійкістю-сприйнятливістю до різних хвороб, зокрема до борошнистої роси і бурої іржі, що дозволить підвищити ефективність створення резистентних сортів пшениці [12–14]. Однак досліджень, присвячених пшениці м'якій та твердій ярій, недостатньо, що й обумовлює потребу в їх проведенні.

Отже, формування стійкості до збудників хвороб у ранніх поколіннях гібридів є актуальним напрямом досліджень, оскільки його

вирішення дає можливість прогнозувати селекційну цінність гібридних нащадків.

Мета досліджень передбачала встановити ступінь фенотипового домінування та рівень гетерозису за стійкістю до *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. і *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. у F_1 пшениці м'якої та твердої ярої.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проведено у 2023 та 2024 рр. в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Матеріалом для досліджень слугували 20 гібридних комбінацій, отриманих від схрещування зразків різного еколого-географічного походження пшениці м'якої та твердої ярої. Насіння гібридів та батьківських форм висівали вручну в гібридному розсаднику за схемою материнська форма – F_1 – батьківська форма з міжряддям 15 см. Попередник – соя. Фенологічні спостереження проводили згідно з методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур [15]. Стійкість рослин до збудників хвороб оцінювали у фазу молочної стиглості, використовували 9-бальну шкалу, де: 9 балів – 0 % ураженого листка – дуже висока стійкість (імунітет); 8 балів – ураження до 5 % – висока стійкість; 7 балів – до 10 % – стійкість; 6 балів – до 15 % – слабка сприйнятливість; 5 балів – до 25 % – сприйнятливість [16]. Для якісної характеристики сприятливості умов середовища вираховували гідротермічний коефіцієнт [17]. Ступінь фенотипового домінування ознак (hp) визначали за формулою В. Griffing [18]: $hp = (F_1 - M_p) / (P_{max} - M_p)$, де hp – ступінь фенотипового домінування; F_1 – значення ознаки у гібрида; M_p – середнє значення обох батьків; P_{max} – найбільше значення одного з батьків. Групування отриманих даних проводили відповідно до класифікації G.M. Veil, R.E. Atkins [19]. Прояв гетерозису визначали за D.F. Matzinger et al. [20] та S. Fonseca, F. Patterson [21].

Результати дослідження та обговорення. За роки проведення досліджень погодні умови виявилися сприятливими для росту й розвитку рослин пшениці м'якої та твердої ярої (рис. 1). У період сівба – сходи середньодобова температура повітря як у 2023 р. так і 2024 р. перевищувала середньобогаторічні показники на 1,2 та 3,1 °C і спостерігався надлишковий рівень зволоження – ГТК = 3,47 та 2,82 відповідно (рис. 2). У міжфазний період сходи – вихід в трубку середньодобова температура повітря знаходилася в межах середньобогаторічної норми, а саме +12,5 °C (2023 р.) та +13,4 °C (2024 р.). Опадів випало на рівні середньобогаторічної норми – 58,0 мм (2023 р. – 57,4 мм; 2024 р. – 71,5 мм).

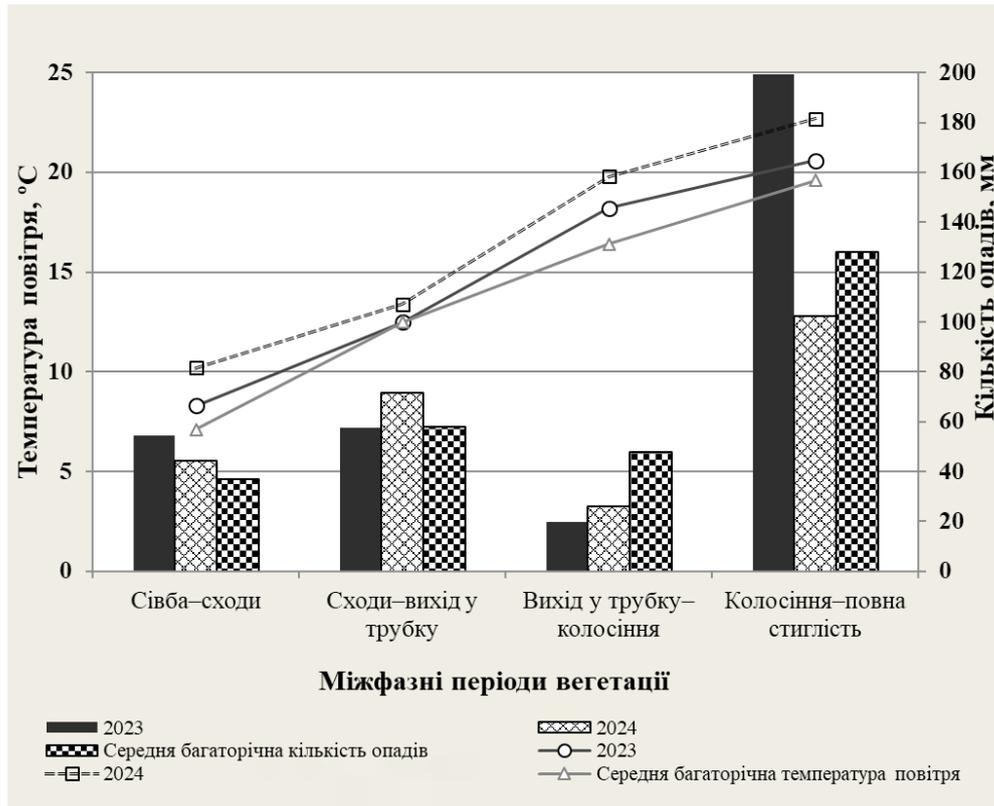


Рис. 1. Гідротермічні умови за періоди вегетації пшениці ярої, 2023–2024 рр.

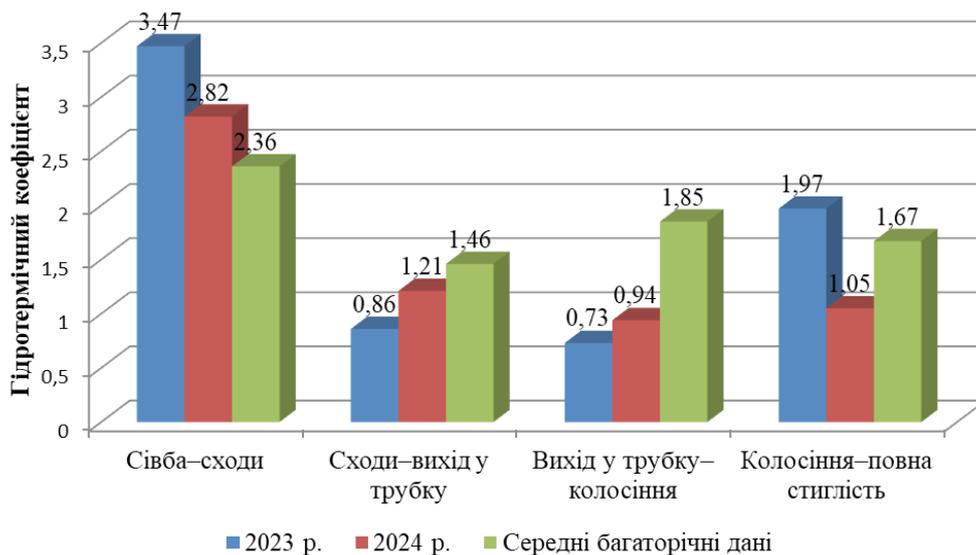


Рис. 2. Гідротермічний коефіцієнт за періоди вегетації пшениці ярої, 2023–2024 рр.

У період від виходу у трубку до колосіння температура повітря у 2023 р. знаходилась на рівні +18,2 °С, у 2024 р. – +19,8 °С, що вище середньбагаторічної норми на 1,8 та 3,4 °С відповідно. Опадів у цей період випало 19,9 та 26,1 мм, що нижче від середньбагаторічної

норми у 2,0 рази, а гідротермічний коефіцієнт знаходився на рівні – 0,73 та 0,94 відповідно.

У період колосіння – повна стиглість температура повітря у 2023 р. знаходилась на позначці +20,6 °С, у 2024 р. – +22,7 °С, що вище середньбагаторічних даних. Опадів у

2023 р. випало 199,2 мм, що у 1,5 рази вище середньобагаторічної норми (128,0 мм), а у 2024 р. – 102,4 мм, що нижче середньобагаторічної норми.

За вегетаційний період 2023 р. та 2024 р. гідротермічний коефіцієнт відповідав оптимальним умовам зволоження – 1,34 та 1,22 відповідно (рис. 2).

За результатами досліджень впродовж 2023–2024 рр. вивчено 20 гібридних комбінацій, отриманих від схрещування зразків різного еколого-географічного походження пшениці м'якої та твердої ярої. До гібридизації залучали сортозразки, які характеризувалися різним ступенем стійкості до борошнистої роси та бурої листової іржі, що дало можливість створити генетичне середовище для широкого формоутворення. Встановлено, що за стійкістю до *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. F₁ пшениці м'якої ярої проявили різний сту-

пінь успадкування – від депресії (hp = -1,4) до наддомінування (hp = 3,5) у 2023 р., у 2024 р. – від проміжного успадкування (hp = -0,4) до наддомінування (hp = 5,0). У гібридів першого покоління пшениці твердої ярої відмічена дещо вища стійкість порівняно з м'якою ярою – від частково від'ємного успадкування (hp = -0,7) до наддомінування (hp = 2,5) у 2023 р. та від проміжного успадкування (hp = 0,5) до наддомінування (hp = 5,1) у 2024 р. (табл. 1). Виявлено, що у 2023 р. F₁ пшениці м'якої ярої проявили різну стійкість до ураження борошнистою росою: 50,0 % гібридних комбінацій з високою стійкістю (8 балів), стійкість на рівні 7 балів мали 30,0 % та 20,0 % – це слабо сприйнятливий з балом стійкості 6, дещо інша картина спостерігалася для пшениці твердої ярої – 40,0 % гібридних комбінацій з високою стійкістю (8 балів), стійкість на рівні 7 балів мали 60,0 %.

Таблиця 1 – Прояв фенотипового домінування та ступінь гетерозису в F₁ пшениці ярої за стійкістю до борошнистої роси, 2023–2024 рр.

| Гібридна комбінація | 2023 р. | | | | 2024 р. | | | |
|-----------------------------------|---------|-----|-------|--------|---------|-----|-------|--------|
| | hp | ТУ | Ht, % | Hbt, % | hp | ТУ | Ht, % | Hbt, % |
| <i>Triticum aestivum</i> L. | | | | | | | | |
| A2/Елегія миронівська | 1,5 | НД | 4,1 | 2,2 | 1,7 | НД | 4,6 | 1,8 |
| Hunhux/Оксамит миронівський | 0,3 | ПУ | 1,0 | -2,0 | 0,6 | ЧПД | 1,1 | -0,2 |
| МПП Веснянка/Лінія 15-36 | -0,7 | ЧВУ | -1,4 | -3,2 | -0,4 | ПУ | 0,5 | -1,4 |
| Xunzhe 9/МПП Олександра | 2,3 | НД | 5,6 | 3,3 | 3,0 | НД | 5,9 | 3,8 |
| Трізо/МПП Веснянка | 0,4 | ПУ | 0,7 | -0,8 | 0,7 | ЧПД | 1,6 | 0,4 |
| Yaouyaan 448/Дубравка | 3,5 | НД | 5,9 | 3,1 | 5,0 | НД | 5,1 | 2,9 |
| Moyn 2/МПП Злата | 2,4 | НД | 7,5 | 3,1 | 4,3 | НД | 6,6 | 4,2 |
| Лінія 15-36/Трізо | 0,5 | ПУ | 1,3 | -1,6 | 0,9 | ЧПД | 1,4 | 0,3 |
| Gingchun 533/Струна миронівська | 1,9 | НД | 3,1 | 2,4 | 2,8 | НД | 3,5 | 1,9 |
| Hingchun 26/МПП Світлана | -1,4 | Д | -3,7 | -5,8 | -0,3 | ПУ | -1,1 | -2,9 |
| <i>Triticum durum</i> Desf. | | | | | | | | |
| МПП Ксенія/211 TIANES | 0,4 | ПУ | 1,3 | -1,7 | 0,7 | ЧПД | 1,5 | 0,7 |
| МПП Ксенія/Neodur | 0,9 | ЧПД | 1,8 | 0,8 | 1,1 | НД | 3,5 | 1,6 |
| МПП Ксенія/МПП Магдалена | 2,5 | НД | 11,4 | 6,5 | 5,1 | НД | 8,7 | 4,7 |
| МПП Магдалена/AR 84/BINTEPE 85-ОУ | -0,7 | ЧВУ | -4,2 | -6,1 | 0,5 | ПУ | 1,4 | -1,3 |
| МПП Магдалена/MUSK DUKEN | 1,7 | НД | 2,1 | 0,8 | 2,5 | НД | 3,0 | 2,1 |
| Леукурум 21-04/Ярина | 0,7 | ЧПД | 1,1 | 0,8 | 1,4 | НД | 1,9 | 0,4 |
| МПП Райдужна/Neodur | 1,7 | НД | 9,4 | 5,5 | 2,2 | НД | 2,9 | 1,1 |
| МПП Райдужна/YAZI 13 | 0,4 | ПУ | 1,1 | -1,3 | 0,7 | ЧПД | 1,2 | 0,3 |
| МПП Ксенія/121 YAVAROS 79 | 0,7 | ЧПД | 1,4 | 0,5 | 0,9 | ЧПД | 2,1 | 0,8 |
| МПП Магдалена/030M-1X-OM | 1,4 | НД | 1,7 | 0,3 | 1,8 | НД | 2,2 | 0,7 |

Примітка: hp – ступінь домінування; ТУ – тип успадкування; Ht, % – гіпотетичний гетерозис; Hbt, % – істинний гетерозис; НД – наддомінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія.

Наддомінування ($h_r = 1,5-3,5$) спостерігали у п'ятих гібридних комбінаціях пшениці м'якої ярої та у чотирьох твердої ярої ($h_r = 1,4-2,5$), у яких і виявлено позитивне значення гіпотетичного ($H_t = 3,1-7,5$ %; $1,7-11,4$ % відповідно) та істинного ($H_{bt} = 1,0-7,1$ %; $0,3-6,5$ % відповідно) гетерозису, що дозволяє прогнозувати у наступних поколіннях появу трансгресивних форм. Від'ємні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису визначено у гібридів пшениці м'якої та твердої ярої, де ступінь фенотипового домінування характеризувався частковим від'ємним успадкуванням (МПП Веснянка/Лінія 15-36, $h_r = -0,7$; МПП Магдалена/AR 84/VINTEPE 85-OU, $h_r = -0,7$) та депресією (Hingchun 26/МПП Світлана, $h_r = -1,4$). У 2024 р. наддомінування відмічено у п'яти комбінаціях пшениці м'якої ярої і шести – твердої ярої, у них встановлено позитивні значення гіпотетичного та істинного гетерозису. Найвищі їх значення виявлено в гібридів пшениці м'якої ярої Moyin 2/МПП Злата ($H_t = 6,6$ %; $H_{bt} = 4,2$ %), Xunzhe 9/МПП Олександра ($H_t = 5,9$ %; $H_{bt} = 3,8$ %), Yaouyaan 448/Дубравка ($H_t = 5,1$ %; $H_{bt} = 2,9$ %) та твердої ярої МПП Ксенія/МПП Магдалена ($H_t = 8,7$ %; $H_{bt} = 4,7$ %), МПП Магдалена/MUSK DUKEN ($H_t = 3,0$ %; $H_{bt} = 2,1$ %), МПП Райдужна/Neodur ($H_t = 2,9$ %; $H_{bt} = 1,1$ %), які характеризувалися і найвищими показниками наддомінування. Часткове позитивне домінування виявлено у трьох комбінаціях пшениці м'якої та твердої ярої, де встановлено позитивне значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису. Від'ємні значення як гіпотетичного ($H_t = -1,1$ %), так і істинного ($H_{bt} = -2,9$ %) гетерозису виокремлено у комбінації пшениці м'якої ярої Hingchun 26/МПП Світлана, яка проявила проміжний тип успадкування. Впродовж 2023–2024 рр. стабільно простежували ефект гетерозису за стійкістю до *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. у п'яти комбінаціях F_1 пшениці м'якої ярої: Xunzhe 9/МПП Олександра, A2/Елегія миронівська, Yaouyaan 448/Дубравка, Gingchun 533/Струна миронівська, Moyin 2/МПП Злата та у чотирьох твердої ярої: МПП Ксенія/МПП Магдалена, МПП Магдалена/MUSK DUKEN, МПП Райдужна/Neodur, МПП Магдалена/030M-1X-OM.

Вивчення ступеня фенотипового домінування за стійкістю до *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. у F_1 показало різний ступінь успадкування від депресії до наддомінування у пшениці м'якої ярої та від проміжного успадкування до наддомінування – у твердої ярої (табл. 2). Виявлено, що у 2023–2024 рр. F_1 пшениці м'якої ярої проявили різну стійкість до ураження бурою листовою іржею: 20,0 % гібридних комбінацій з високою стійкістю

(8 балів) у 2023 р. та 50,0 % у 2024 р., стійкість на рівні 7 балів мали 40,0 % як у 2023 р. так і 2024 р. та 40,0 % – це слабо сприйнятливі з балом стійкості 6 у 2023 р. та 10,0 % у 2024 р., у пшениці твердої ярої – 30,0 % гібридних комбінацій з високою стійкістю (8 балів) у 2023 р. та 60,0 % у 2024 р., стійкість на рівні 7 балів мали 70,0 % у 2023 р. та 40,0 % у 2024 р.

У 2023 р. найвищий рівень стійкості до *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. проявили гібридні комбінації пшениці м'якої ярої Xunzhe 9/МПП Олександра, $h_r = 3,6$; Yaouyaan 448/Дубравка, $h_r = 2,9$ та твердої ярої МПП Магдалена/MUSK DUKEN, $h_r = 2,9$; МПП Райдужна/Neodur, $h_r = 1,9$, які проявили наддомінування з позитивними значеннями гіпотетичного та істинного гетерозису. Найменш цінним виявлено сполучення батьківських форм у гібридів пшениці твердої ярої МПП Ксенія/211 TIANES та м'якої ярої – МПП Веснянка/Лінія 15-36, Трізо/МПП Веснянка, Hingchun 26/МПП Світлана, у яких успадкування ознак характеризувалося від'ємними значеннями гіпотетичного та істинного гетерозису. Часткове позитивне домінування виявлено у трьох комбінаціях пшениці м'якої ярої (A2/Елегія миронівська, $h_r = 0,9$; Moyin 2/МПП Злата, $h_r = 0,9$; Gingchun 533/Струна миронівська $h_r = 0,6$) та у чотирьох твердої ярої (МПП Ксенія/Neodur, $h_r = 0,9$; Леукурум 21-04/Ярина, $h_r = 0,9$; МПП Магдалена/030M-1X-OM, $h_r = 0,9$; МПП Райдужна/YAZI 13, $h_r = 0,7$) з позитивним значенням гіпотетичного та істинного гетерозису. Проміжний тип успадкування встановлено у двох комбінаціях пшениці м'якої та твердої ярої. У 2024 р. у F_1 пшениці м'якої ярої встановлено різні типи фенотипового домінування: у чотирьох комбінаціях спостерігали наддомінування, в однієї – часткове позитивне домінування, у трьох – проміжне успадкування, в однієї – часткове від'ємне успадкування, в однієї – депресію, а у твердої ярої – у шести комбінацій спостерігали наддомінування, у чотирьох – часткове позитивне домінування. Гібридні комбінації пшениці ярої, які проявили часткове позитивне домінування та наддомінування мали позитивне значення гіпотетичного та істинного гетерозису, а комбінація пшениці м'якої ярої з частковим від'ємним успадкуванням – від'ємні значення, проміжним – позитивне значення гіпотетичного і від'ємне істинного гетерозису. Успадкування за типом наддомінування стійкості до *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. в 2023–2024 рр. виявлено в комбінаціях пшениці м'якої ярої: Yaouyaan 448/Дубравка, Xunzhe 9/МПП Олександра та твердої ярої: МПП Ксенія/МПП Магдалена, МПП Магдалена/MUSK DUKEN, МПП Райдужна/Neodur.

Таблиця 2 – Прояв фенотипового домінування та ступінь гетерозису в F₁ пшениці ярої за стійкістю до бурої листкової іржі, 2023–2024 рр.

| Гібридна комбінація | 2023 р. | | | | 2024 р. | | | |
|-----------------------------------|---------|-----|-------|--------|---------|-----|-------|--------|
| | hp | ТУ | Ht, % | Hbt, % | hp | ТУ | Ht, % | Hbt, % |
| <i>Triticum aestivum</i> L. | | | | | | | | |
| A2/Елегія миронівська | 0,9 | ЧПД | 1,2 | 0,4 | 1,2 | НД | 1,0 | 0,1 |
| Hunhux/Оксамит миронівський | 0,4 | ПУ | 0,5 | -2,3 | 0,8 | ЧПД | 1,2 | 0,2 |
| МІП Веснянка/Лінія 15-36 | -0,9 | ЧВУ | -2,6 | -5,2 | -0,7 | ЧВУ | -2,3 | -4,8 |
| Xunzhe 9/МІП Олександра | 3,6 | НД | 4,2 | 2,9 | 7,3 | НД | 6,1 | 3,1 |
| Трізо/МІП Веснянка | -1,3 | Д | -2,7 | -6,8 | 0,2 | ПУ | 0,4 | -0,5 |
| Yaouyaan 448/Дубравка | 2,9 | НД | 4,9 | 3,1 | 1,6 | НД | 3,5 | 1,4 |
| Moyn 2/МІП Злата | 0,9 | ЧПД | 1,1 | 0,3 | 1,5 | НД | 2,2 | 0,9 |
| Лінія 15-36/Трізо | -0,3 | ПУ | -1,1 | -2,5 | 0,4 | ПУ | 0,2 | -0,1 |
| Gingchun 533/Струна миронівська | 0,6 | ЧПД | 0,9 | 0,3 | 1,1 | НД | 1,3 | 0,7 |
| Hingchun 26/МІП Світлана | -0,7 | ЧВУ | -2,7 | -4,8 | 0,3 | ПУ | 0,3 | -0,6 |
| <i>Triticum durum</i> Desf. | | | | | | | | |
| МІП Ксенія/211 TIANES | 0,3 | ПУ | -1,3 | -2,7 | 0,7 | ЧПД | 1,5 | 0,5 |
| МІП Ксенія/Neodur | 0,9 | ЧПД | 2,2 | 1,3 | 1,5 | НД | 1,4 | 0,3 |
| МІП Ксенія/МІП Магдалена | 2,6 | НД | 10,4 | 8,5 | 4,3 | НД | 4,1 | 2,2 |
| МІП Магдалена/AR 84/VINTEPE 85-OU | 0,4 | ПУ | -0,9 | -2,4 | 0,8 | ЧПД | 1,7 | 0,7 |
| МІП Магдалена/MUSK DUKEN | 2,9 | НД | 5,8 | 3,6 | 3,1 | НД | 5,8 | 4,5 |
| Леукурум 21-04/Ярина | 0,9 | ЧПД | 1,2 | 0,9 | 1,6 | НД | 1,3 | 0,4 |
| МІП Райдужна/Neodur | 1,9 | НД | 10,4 | 6,5 | 2,4 | НД | 4,7 | 2,8 |
| МІП Райдужна/YAZI 13 | 0,7 | ЧПД | 1,1 | 0,7 | 1,3 | НД | 3,2 | 2,6 |
| МІП Ксенія/121 YAVAROS 79 | 0,4 | ПУ | 0,5 | -0,1 | 0,6 | ЧПД | 1,4 | 0,6 |
| МІП Магдалена/030M-1X-OM | 0,9 | ЧПД | 1,1 | 0,4 | 0,8 | ЧПД | 1,0 | 0,3 |

Примітка: hp – ступінь домінування; ТУ – тип успадкування; Ht, % – гіпотетичний гетерозис; Hbt, % – істинний гетерозис; НД – наддомінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від’ємне успадкування; Д – депресія.

Висновки. Встановлено ступінь фенотипового домінування та рівень гетерозису за стійкістю до *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. та *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. у F₁ пшениці м’якої та твердої ярої. Виявлено, що рівень стійкості до збудників хвороб мав різні типи успадкування від депресії до наддомінування, залежно як від підбору пар для гібридизації, так і від умов року. Встановлено, що позитивний ступінь фенотипового домінування стійкості до листових грибних хвороб частіше спостерігали у гібридних комбінаціях: високостійкий × стійкий, стійкий × високостійкий, дещо нижчу – стійкий × помірно стійкий. Гібридні комбінації пшениці м’якої ярої (Xunzhe 9/МІП Олександра, А2/Елегія миронівська, Yaouyaan 448/Дубравка, Gingchun 533/Струна

миронівська, Moyn 2/МІП Злата) та твердої ярої (МІП Ксенія/МІП Магдалена, МІП Магдалена/MUSK DUKEN, МІП Райдужна/Neodur) мають значну цінність для селекційних програм. Вони характеризуються комплексною стійкістю до збудників *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. та *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob., що робить їх перспективним високостійким вихідним матеріалом.

Перспективи подальших досліджень. Отримано стійкий матеріал гібридів першого покоління пшениці м’якої та твердої ярої до *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. і *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob., що буде ефективно використаний у подальших ланках селекційного процесу під час добору за цими показниками.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кирильчук А.М., Ковальчук С.О. Селекція на кількісні та якісні показники пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). Розширення генетичного різноманіття культурної пшениці. Агро-екологічний журнал. 2021. № 2. С. 140–148. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2021.234474
2. Стійкість до борошністої роси зразків *Triticum aestivum* L. 4th WWSRRN CIMMYT в умовах північно-східного Лісостепу України / О.М. Осьмачко та ін. Генетичні ресурси рослин. 2019. № 24. С. 74–88. DOI: 10.36814/pgr.2019.24.06
3. Dreiseitl A. Specific resistance of barley to powdery mildew, its use and beyond: a concise critical review. *Genes*. 2020. Vol. 11. Issue 9. Article e971. DOI: 10.3390/genes11090971
4. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review / A. Raza et al. *Plants*. 2019. Vol. 8. No 2. Article e34. DOI: 10.3390/plants8020034
5. Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Ковалишина Г.М., Лісова Г.М. Джерела стійкості до збудників хвороб та їх ефективність у селекційному процесі *Triticum aestivum* L. Генетичні ресурси рослин. 2017. № 21. С. 61–74.
6. Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 supplement / R.A. McIntosh et al. URL: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2017.pdf>
7. Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution*. 2019. Vol. 3. Issue 3. P. 430–439. DOI: 10.1038/s41559-018-0793-y
8. Створення інтрогресивних ліній пшениці м'якої озимої з ознаками стійкості до фітопатогенів / І.І. Моцний та ін. Вісник Одеського національного університету. Біологія. 2020. Т. 25. № 2(47). С. 59–82. DOI: 10.18524/2077-1746.2020.2(47).218058
9. Chumikina L.V., Arabova L.I., Kolpakova V.V., Topunov A.F. The role of phytohormones in the regulation of the tolerance of wheat, rye, and triticale seeds to the effect of elevated temperatures during germination. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2019. Vol. 55. No 1. P. 59–66. DOI: 10.1134/S0003683819010046
10. Осьмачко О.М., Власенко В.А. Стійкість колекції сортів і гібридів F_1 пшениці м'якої озимої проти борошністої роси в умовах північно-східного Лісостепу України. Автохтонні та інтродуковані рослини. 2015. Вип. 11. С. 156–162.
11. Базалій Г.Г., Усик Л.О., Жупина А.Ю., Лавриненко Ю.О. Успадкування стійкості до фітопатогенів гібридами пшениці м'якої озимої в умовах зрошення півдня України. Аграрні інновації. 2020. № 2. С. 5–11. DOI: 10.32848/agra.innov.2020.2.1
12. Stages of creating the new high-yielding bread winter wheat variety 'MIP Valensia' / O.A. Demidov et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Vol. 14. No 1. P. 5–13. DOI: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126483
13. Kovalyshyna H.M., Dmytrenko Yu.M. Sources of resistance to brown rust pathogen and their use in the development of soft wheat varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Vol. 13. No. 4. P. 379–386. DOI: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117742
14. Хоменко Л.О., Сандецька Н.В. Джерела комплексної стійкості пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у селекції на адаптивність. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Vol. 14. No 3. P. 270–276. DOI: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289
15. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С.О. Ткачик. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2016. 82 с.
16. Спосіб добору за комплексною стійкістю проти основних збудників хвороб пшениці м'якої озимої: пат. 28676 Україна. МПК 2018.01, A01H 1/00, A01H 3/00; заявл. 13.11.2017; опубл. 10.10.2018. Бюл. № 19.
17. Методика селекційного експерименту (у рослинництві) / Е.Р. Ермантраут та ін. Харків: Видавництво Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва, 2014. 229 с.
18. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol. 35. P. 303–321.
19. Beil G.M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal of Science*. 1965. Vol. 39. No 3. P. 345–348.
20. Matzinger D.F., Mannand T.J., Cockerham C.C. Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. 1962. No 2. P. 238–286.
21. Fonseca S., Patterson F.L. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*. 1968. Vol. 8. No 1. P. 85–88.

REFERENCES

1. Kirilchuk, A.M., Kovalchuk, S.O. (2021). Selektsiia na kilkisni ta yakisni pokaznyky pshenytsi ozymoi (*Triticum aestivum* L.). Rozshyrennia henytychnoho riznomanittia kulturnoi pshenytsi [Breeding for quantitative and qualitative indicators of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Expanding genetic diversity of cultivated wheat]. *Ahroekolohichniy zhurnal [Agroecological journal]*. no. 2, pp. 140–148. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2021.234474
2. Osmachko, O.M., Vlasenko, V.A., Bakumenko, O.M., Tao, Ye., Oshomok, T.V. (2019). Stiikist do boroshnystoi rosy zrazkiv *Triticum aestivum* L. 4th WWSRRN CIMMYT v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Evaluation of CIMMYT's *Triticum aestivum* L. accessions from the 4th WWSRRN for resistance to powdery mildew in the north-eastern forest steppe of Ukraine]. *Henetychni resursy roslyn [Plant Genetic Resources]*. no. 24, pp. 74–88. DOI: 10.36814/pgr.2019.24.06
3. Dreiseitl, A. (2020). Specific resistance of barley to powdery mildew, its use and beyond: a con-

- cise critical review. *Genes*. Vol. 11 (9), Issue 9, article 971. DOI: 10.3390/genes11090971
4. Raza, A., Razzaq, A., Saher-Mehmood, S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y., Xu, J. (2019). Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. *Plants*. Vol. 8 (2), no. 2, article 34. DOI: 10.3390/plants8020034
5. Kyrylenko, V.V., Humeniuk, O.V., Kovalyshyna, H.M., Lisova, H.M. (2017). Dzherela stiikosti do zbudnykiv khvorob ta yikh efektyvnist u selektsiinomu protsesi *Triticum aestivum* L. [Sources of resistance to pathogens and their efficiency in *Triticum aestivum* L. breeding]. *Henetychni resursy roslyn* [Plant Genetic Resources]. no. 21, pp. 61–74.
6. McIntosh, R.A., Dubcovsky, J., Rogers, W.J., Morris, C., Appels, R., Xia, X.C. (2017). Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 supplement. Available at: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2017.pdf>
7. Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution*. Vol. 3(3), pp. 430–439. DOI: 10.1038/s41559-018-0793-y
8. Motsnyi, I.I., Molodchenkova, O.O., Smerthenko, A.P., Lytvynenko, M.A., Holub, Ye.A., Mishchenko, L.T. (2020). Stvorennia introhresyvnnykh linii pshenytsi miakoi ozymoi z oznakamy stiikosti do fitopatoheniiv [Development of introgression lines of winter bread wheat with traits of resistance to phytopathogens]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Biolohiia* [Odesa National University Herald. Biology]. Vol. 25 (2), pp. 59–82. DOI: 10.18524/2077-1746.2020.2(47).218058
9. Chumikina, L.V., Arabova, L.I., Kolpakova, V.V., Topunov, A.F. (2019). The role of phytohormones in the regulation of the tolerance of wheat, rye, and triticale seeds to the effect of elevated temperatures during germination. *Applied Biochemistry and Microbiology*. Vol. 55 (1), pp. 59–66. DOI: 10.1134/S0003683819010046
10. Osmachko, O.M., Vlasenko, V.A. (2015). Stiikist kolektsii sortiv i hibrydiv F_1 pshenytsi miakoi ozymoi proty boroshnystoi rosy v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Powdery mildew resistance in a collection of wheat cultivars and first generation hybrids in the north-eastern Forest-steppe]. *Avtokhtonni ta introdokovani roslyny* [Journal of Native and Alien Plant Studies]. Issue 11, pp. 156–162.
11. Bazaliy, G.G., Usyk, L.O., Zhupina, A.Yu., Lavrynenko, Yu.O. (2020). Uspadkuvannia stiikosti do fitopatoheniiv hibrydamy pshenytsi miakoi ozymoi v umovakh zroshennia pivdnia Ukrainy [Inheritance of resistance to phytopathogens by hybrids of soft winter wheat in the conditions of irrigation of the south of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii* [Agrarian Innovations]. no. 2, pp. 5–11. DOI: 10.32848/agrarnov.2020.2.1
12. Demydov, O.A., Kyrylenko, V.V., Humeniuk, O.V., Blyzniuk, B.V., Melnyk, S.I. (2018). Stages of creating the new high-yielding bread winter wheat variety ‘MIP Valensiia’. *Plant Varieties Studying and Protection*. Vol. 14 (1), pp. 5–13. DOI: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126483
13. Kovalyshyna, H.M., Dmytrenko, Yu.M. (2017). Sources of resistance to brown rust pathogens and their use in the development of soft wheat varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*. Vol. 13 (4), pp. 379–386. DOI: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117742
14. Khomenko, L.O., Sandetska, N.V. (2018). Dzherela kompleksnoi stiikosti pshenytsi ozymoi (*Triticum aestivum* L.) u selektsii na adaptivnist [Sources of complex resistance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) for adaptive breeding]. *Plant Varieties Studying and Protection*. Vol. 14 (3), pp. 270–276. DOI: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289
15. Tkachyk, S.O. (2016). Metodyka provedenia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianych ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for examination of plant varieties of the cereal, grain and leguminous group for suitability for distribution in Ukraine]. *Vynnytsia, Korzun D.Yu.*, 82 p.
16. Sposib doboru za kompleksnoju stijkistju proty osnovnykh zbudnykiv hvorob pshenytsi m'jakoi' ozymoi': pat. 28676 Ukrain'a. MPK 2018.01, A01N 1/00, A01N 3/00; zajavl. 13.11.2017; opubl. 10.10.2018. Bjul. № 19. [Pat. 128676 UA, IPC A01H 1/00, A01H 3/00. Method of selection for complex resistance to main pathogens of bread winter wheat. Publ. 10.10.2018. Bul. 19].
17. Ermantraut, E.R., Hoptsi, T.I., Kalenska, S.M., Kryvoruchenko, R.V., Turchynova, N.P., Prysiazhniuk, O.I. (2014). Metodyka selektsiinoho eksperymentu (u roslynnytstvi) [Methods of breeding experiment (in plant science)]. *Kharkiv, Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev Press*, 229 p.
18. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. Vol. 35, pp. 303–321.
19. Beil, G.M., Atkins, R.E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal of Science*. Vol. 39 (3), pp. 345–348.
20. Matzinger, D.F., Mannand, T.J., Cockersham, C.C. (1962). Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. no. 2, pp. 238–286.
21. Fonseca, S., Patterson, F.L. (1968). Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*. Vol. 8 (1), pp. 85–88.

Inheritance resistance of F_1 spring wheat to *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. and *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. in the Forest-Steppe of Ukraine

Fedorenko M., Fedorenko I., Blyzniuk R., Shadchyna T.

Studying the inheritance pattern of resistance level to leaf fungal diseases in first-generation hybrids of common and durum spring wheat is an urgent task in the creation of highly resistant varieties. The purpose of the research was to determine the degree

of phenotypic dominance and heterosis level for resistance to *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. and *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. in F_1 spring wheat. The study was conducted in 2023–2024 at the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the NAAS of Ukraine. The material for the research consisted of 20 F_1 spring wheat varieties obtained from crossing samples of various ecological and geographical origins. Selection, field, and mathematical-statistical methods were used. It has been established that in terms of resistance to powdery mildew and brown leaf rust, spring wheat hybrid combinations showed various inheritance patterns from depression to overdominance, depending on the selection of pairs for hybridization (hybrid combinations of durum spring wheat as compared to common spring wheat showed higher resistance to leaf fungal diseases) and on the conditions of the year (the highest resistance score was observed

in 2024 compared to 2023). The following combinations are valuable for breeding work: soft spring wheat Xunzhe 9/MIP Oleksandra, A2/Elehiia myronivska, Yaouyaan 448/Dubravka, Ginchun 533/Struna myronivska, Moyin 2/MIP Zlata and durum spring wheat MIP Kseniia/MIP Mahdalena, MIP Mahdalena/MUSK DUKEN, MIP Raiduzhna/Neodur, which were characterized by group resistance to *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. and *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. They can serve as highly resistant basic material. The most unsuccessful combinations of parental forms in hybrid combinations of soft spring wheat Hingchun 26/MIP Svitlana, Trizo/MIP Vesnianka, MIP Vesnianka/Line 15-36 were found to be as they caused depression, partial negative and intermediate inheritance.

Key words: common and durum spring wheat, F_1 , inheritance, resistance, powdery mildew, brown leaf rust, degree of phenotypic dominance, selection.



Copyright: Федоренко М.В. та ін. © 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:

Федоренко М.В.

<http://orcid.org/0000-0002-3021-3643>

Федоренко І.В.

<http://orcid.org/0000-0001-5471-6475>

Близнюк Р.М.

<http://orcid.org/0000-0002-8645-2539>

Шадчина Т.М.

<http://orcid.org/0009-0002-1690-7566>