

Ярош А. В., Рябчун В. К., Кучеренко Є. Ю., Кузьмишина Н. В., Рябчун Н. І., Богуславський Р. Л., Чернобай Ю. О., Шиянова Т. П.

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН
Національний центр генетичних ресурсів рослин України
просп. Героїв Харкова, 142, Харків, 61060, Україна
E-mail: ncrpgru@gmail.com

ГЕНЕТИЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ЗРАЗКІВ ОЗНАКОВОЇ КОЛЕКЦІЇ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ ЗА СТІЙКІСТЮ ДО ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ

Викладено результати вивчення 738 зразків озимої м'якої пшениці за цінними господарськими ознаками протягом 2020–2024 років з метою визначення кращих генотипів для селекції на стійкість до поширених фітопатогенів. На основі узагальнення та систематизації результатів вивчення сформовано ознакову колекцію за стійкістю до збудників хвороб, яка включає 75 зразків, диференційованих за 22 ознаками та 103 рівнями їхнього прояву, походженням з 13 країн світу. За біологічним статусом 69 зразків є сортами та шість — селекційними лініями, які подані одним ботанічним видом — *Triticum aestivum* L. і шістьма різновидами: *erythrospermum*, *lutescens*, *graecum*, *albirubrum*, *nigraristatum*, *ferrugineum*. Визначено чотири генотипи, що відзначаються найвищою селекційною цінністю за груповою стійкістю до поширених збудників хвороб та високою врожайністю (122 – 141 % до стандарту) — Малуша, Гюзель, Зореслава, Обрана, Шахівка та Мазурок (Україна), які є цінним генофондом для селекції на стійкість до біотичних чинників.

Ключові слова: колекція, озима м'яка пшениця, фітопатоген, генотип, вихідний матеріал, урожайність, еталон, сорт.

ВСТУП

Впровадження у виробництво високоврожайних та стійких до біотичних факторів сортів, сприяє зменшенню пестицидного навантаження та виробництву екологічно чистої сільськогосподарської продукції, що є досить важливим кроком на шляху успішного забезпечення продовольчої безпеки без порушення екологічної рівноваги. Виділення в певних агроекологічних умовах вирощування кращих генотипів, що відзначаються груповою стійкістю до поширених збудників хвороб сприяє підвищенню ефективності селекційного процесу при створенні високоврожайних та стабільних генотипів [1, 2]. Озима м'яка пшениця (*Triticum aestivum* L.) є однією з найважливіших, сільськогосподарських культур багатьох країн світу, величезний ареал поширення якої зумовлений насамперед високою продовольчою цінністю та експортним потенціалом [3, 4]. На реалізацію генотипом високої та стабільної врожайності впливає сукупність обмежуючих чинників навколишнього середовища [5]. При цьому стресостійкість сортів пшениці м'якої озимої до біотичних та абіотичних чинників доквілля визначає ефективність агровиробництва та рівень інтенсифікації сільського господарства [5, 6].

Учені різних країн стверджують, що серед біотичних чинників до найбільших втрат врожаю зернових колосових культур призводять хвороби, зумовлені різноманітними грибовими збудниками, урожайність від яких за випадків епіфітотій може зменшуватися

на 60 % [7, 8]. Ряд дослідників приділяє особливу увагу стресостійкості генотипів до дефіциту вологи, зазначаючи, що недостатня посухостійкість сортів рослин в умовах глобального потепління є основною причиною зниження їхньої адаптивності та врожайності [9, 10]. Так, посуха впродовж вегетативної стадії чинить негативний вплив на накопичення біомаси та формування продуктивних пагонів, а під час цвітіння та досягання зерна, значно зменшує врожайність [10]. Найбільший вплив на варіабельність та формування врожайності здійснюють наступні чинники: погодні умови [11], агротехнічні заходи [12, 13] та екологічна пластичність, рівень якої простежується у взаємодії генотипу з навколишнім середовищем [14].

Впровадження у виробництво сортів озимої м'якої пшениці з груповою стійкістю до збудників хвороб сприяє пригніченню поширених фітоінфекцій та запобіганню епіфітотіям [2]. Проте, у зв'язку з різними типами мінливості та процесом міграції спор у популяції патогену, виникають нові гени вірулентності, здатні долати захисну дію генів стійкості до них у рослин, і тому пошук нових джерел стійкості повинен бути безперервним [15].

Використання альтернативного методу захист рослин, на основі впровадження у виробництво нових сортів з надійним генетичним захистом від поширених фітопатогенів набуває все більшої актуальності, адже зменшуючи пестицидне навантаження, даний метод має значні екологічні та економічні переваги [16, 17].

Підбір генотипів з високою стресостійкістю та відповідністю агроекологічним умовам вирощування, дозволяє зводити до мінімуму небажані втрати врожаю від впливу лімітуючих факторів навколишнього середовища [6, 18].

На допомогу селекційному процесу при створенні високоврожайних, стійких до біотичних та абіотичних чинників сортів рослин, у Національному центрі генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ) ведеться робота з формування різних типів колекцій, зокрема: генетичних, базових, ознакових, робочих та інших, які щороку збагачують генетичне різноманіття Національного генбанку рослин України автентичними зразками [19].

Таким чином, попереднє виділення нових джерел стійкості до поширених збудників хвороб, сприяє ефективності селекційного процесу на шляху створення нових сортів, адаптивних до обмежуючого впливу біотичних чинників.

Метою нашої роботи була оцінка стійкості зразків озимої м'якої пшениці до поширених збудників хвороб, виділення нових джерел та еталонів різних рівнів прояву, а також визначення генотипів з високою селекційною цінністю за врожайністю та груповою стійкістю до обмежуючого впливу біотичних факторів.

МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА УМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження здійснювали протягом 2020–2024 років у лабораторії генетичних ресурсів зернових, зернобобових та круп'яних культур НЦГРРУ та лабораторії імунітету, біотехнології та якості Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Матеріалом для дослідження були 738 зразків озимої м'якої пшениці різного еколого-географічного походження, зокрема 283 — вітчизняного походження. Досліди було закладено за вимогами кваліфікаційної експертизи [20]. Посів проводився по пару в оптимальні строки селекційною сівалкою СН-10Ц-01 на ділянках площею 5 м² у триразовому повторенні та 2 м² стандартним методом. Для групи напівкарликових та короткостеблих зразків стандартом використовували сорт Бунчук, для середньо рослих — Подолянка. Стандарти висівали через 20 номерів з нормою висіву 4,5 млн. зернин на 1 га. Зразки вивчали за методикою С. О. Ткачик [20] та методологією оцінки стійкості сортів пшениці до шкідників і збудників хвороб [21]. Виділення джерел стійкості до твердої сажки, зумовленої збудником *Tilletia laevis* J.G. Kühn (syn. *Tilletia foetida* (Wallr.) Liro) здійснювали на штучному інфекційному фоні з використанням спорового матеріалу.

Морозостійкість визначали за контрольованих умов у відповідності до Державного стандарту України «Пшениця озима. Метод визначення морозостійкості сортів» (ДСТУ 4749:2007) [22]. Статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням комп'ютерних програм MS Excel 2007 та Statistica 6.0. Для якісної оцінки коефіцієнтів кореляції, сили зв'язку між стійкістю до фітопатогенів та врожайністю, використовували шкалу Чеддока [23].

Погодні умови 2020–2024 років вивчення, характеризувалися значними коливаннями гідротермічного коефіцієнту (ГТК), що позначилося на диференціації зразків озимої м'якої пшениці за цінними господарськими ознаками. Осінній період був дуже посушливим у 2021 р. (ГТК = 0,36), посушливим — у 2020 р. (ГТК = 0,46), та надмірно зволеними — у 2022 р. (ГТК = 2,84) та 2023 р. (ГТК = 1,80).

На основі аналізу ГТК весняно-літніх періодів за роки досліджень визначено, що весняний період 2024 року був дуже посушливим (ГТК = 0,34), 2022 року — посушливим (ГТК = 0,59), 2021 року — достатньо вологим (ГТК = 1,46) та 2023 року — надмірно зволеним (ГТК = 1,61). Літні місяці характеризувалися значною посушливістю у 2024 році (ГТК = 0,49), середньою посушливістю у 2021 році (ГТК = 0,64) та достатнім зволоженням у 2022 році (ГТК = 1,17) та 2023 році (ГТК = 1,23) (рис. 1).

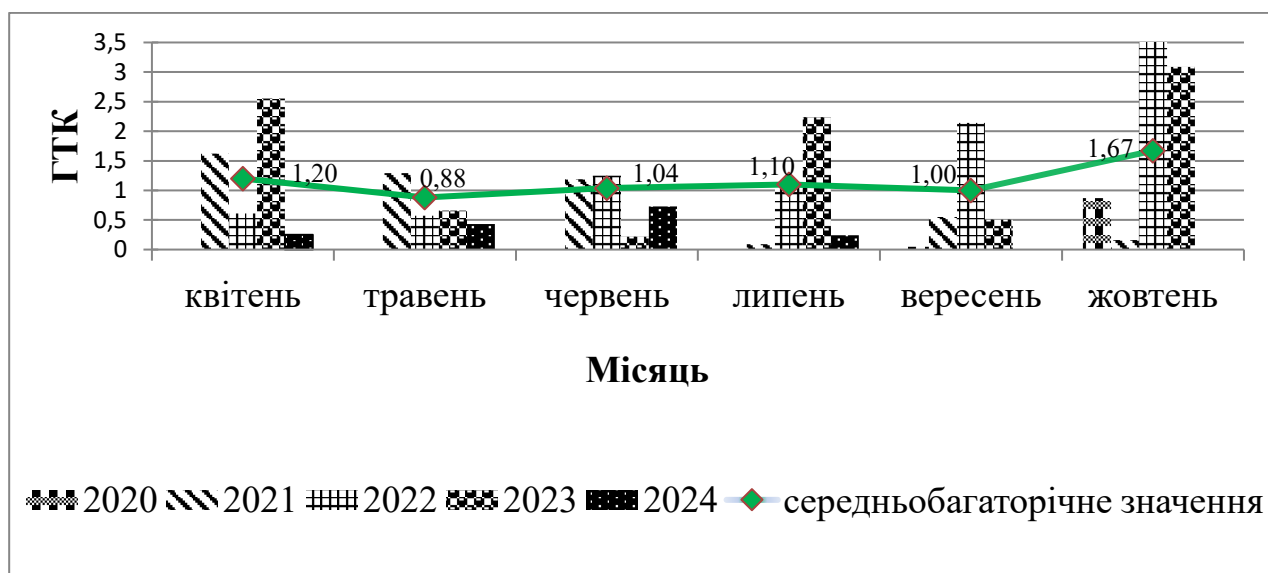


Рис. 1. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційних періодів досліджень, 2020 – 2024 рр.

Для виділення джерел стійкості до збудників снігової плісняви (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I.C. Hallett), септоріозу листа (*Septoria tritici* Rob. et Desm.) та піренофорозу (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) сприятливими були погодні умови 2021, 2023 та 2024 років. Диференціація досліджуваного набору зразків озимої м'якої пшениці за стійкістю до збудника борошністої роси (*Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal) найбільшою була у 2021 році. Кращими роками для виділення джерел стійкості до збудника бурої листкової іржі (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. et Desm. (syn. *Puccinia triticina* Eriks.)) були 2021. та 2023 роки. Найвищі рівні врожайності, виповненості зерна та маси 1000 зернин досліджувані зразки сформували у 2022 році, а найнижчі рівні їхнього прояву відмічалися у 2024 році.

Отже, погодні умови, що склалися за період 2020–2024 років сприяли оцінці досліджуваного генофонду озимої м'якої пшениці за стійкістю до поширених фітопатогенів, виділенню нових джерел та еталонів, а також визначенню генотипів, що відзначаються високою селекційною цінністю за врожайністю та груповою стійкістю до лімітуючого впливу біотичних чинників.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

З метою формування ознакової колекції за стійкістю до хвороб, генетичне різноманіття нового інтродукованого генофонду озимої м'якої пшениці було оцінено та диференційовано за комплексом цінних господарських ознак, зокрема: стійкістю до збудників снігової плісняви, борошнистої роси, септоріозу листя, піренофорозу, бурої листової іржі, твердої сажки, масою 1000 зернин, виповненістю зерна, урожайністю та ін.

Вивчаючи стійкість зібраного генофонду озимої м'якої пшениці до поширених збудників хвороб, обов'язково відмічали межі мінливості ряду ознак. На основі проведеного аналізу та систематизації отриманих результатів вивчення, серед досліджуваного набору зразків, виділено генотипи, що характеризуються стабільним проявом різних рівнів цінних господарських ознак. Дані сорти та лінії лягли в основу формування ознакової колекції.

За період 2020–2024 років поширення збудника снігової плісняви було основним чинником, який негативно впливав на перезимівлю рослин озимої м'якої пшениці. Мінливість стійкості в досліджуваних зразків при цьому варіювала від 1 до 9 балів. У результаті проведеного вивчення, виділено ряд джерел з високим рівнем стійкості до збудника снігової плісняви, який відповідав рівню стійкості еталону Мелашка (Україна) — 7–9 б., зокрема: Світязь, Зореслава, Муза білоцерківська, Гюзель, Обрана, Нагода, Пирятинка, Малуша, Мальованка, Мазурок, Київська 19, Шахівка, Евріка, Гадзинка, Осяйна (Україна); MV Karlar, MV Ikva, MV Wojtar (Угорщина); Nordika (Чехія); Voinic, Semnal, Pitar (Румунія); Artist, Emblem, Servus, KWS Spenser, SU Mangold, Ceranus, Silenus, KWS Emerik (Німеччина); Emotion, Maurizio (Австрія); RGT Reform, Nordix, Asory, Sorrial, LG Keramik (Франція) та ін.

Серед колекційних зразків високою стійкістю до борошнистої роси на рівні еталону стійкості Лірика білоцерківська (Україна) 9 балів відзначилися зразки Трудівниця миронівська, МІП Відзнака, Малуша, Мазурок, Гетьманська, Зореслава, Гюзель, Квітка полів, Обрана, Намисто, Престижна, Подільська нива, Шахівка, Пейзаж (Україна); Natula (Польща); MV Karlar (Угорщина); Alka (Хорватія); Akrotos, KWS Jersey, KWS Malibu, Aspekt, Anurad, Rivero (Німеччина); Turanus, Fauns, Activus, Urbanus (Австрія); Matchball, Altigo, Mescal, Evklid (Франція). Спектр фенотипової мінливості озимої м'якої пшениці за стійкістю до збудника борошнистої роси був у межах від 3 до 9 балів.

Мінливість стійкості колекційних зразків до збудника септоріозу листя варіювала від 3в до 9 балів. За стійкістю до септоріозу листя на рівні еталону Arktis (Німеччина) — 7–9 б. відзначився ряд зразків, зокрема: Академічна 100, Малуша, Гюзель, Мазурок, Русява, Рапсодія одеська, Зореслава, Вікторія поліська, Шахівка, Нагода, Гадзинка, Подільська нива, Тара, Уманська царівна (Україна); MV Kere, MV Wojtar, MV Kondas, MV Karlar (Угорщина); Armura (Румунія); Nordika (Чехія); Ficko (Хорватія); Akrotos, Achim, Lenox, Cazador, Alomar, SU Aventinus (Німеччина); Tacitus, Palmus (Австрія); Marbon, RGT Reform, Mescal, Avenue, Altigo (Франція); Tianmin 304 (Китай) та ін.

Високою стійкістю до збудника піренофорозу на рівні еталону стійкості Мелашка (Україна) (7–9 балів) характеризувалися наступні зразки: Вікторія поліська, Красуня поліська, Гадзинка, Гюзель, Обрана, Київська 19, Зіронька, Озоряна, Рапсодія одеська, Вигода одеська, Фрея, Енеїда (Україна); Foxx, Plejada, Euforia (Польща); MV Kere, MV Karikas (Угорщина); Nordika, Megan (Чехія); Otilia, Pitar, Semnal (Румунія); Super Kitarka (Хорватія); Godnik, Alomar, Akrotos Producent, Artist, SU Aventinus (Німеччина); Informer, Mistral, RGT Depot, LG Quadrant, LG Arnova, Sorrial (Франція); Calidon (Канада). Фенотипове різноманіття колекційних зразків за стійкістю до піренофорозу було в межах від 1 до 9 балів.

До кращих колекційних зразків, що відзначилися стійкістю до збудника бурої листової іржі на рівні еталону стійкості Метелиця харківська (Україна) — (7–9 балів) належать Мелашка, Мазурок, Світязь, Ювілейна Патона, Академічна 100, Лірика

білоцерківська, МІП Дарунок, Трудівниця миронівська, Мережка, Рапсодія одеська, Гадзинка, Вікторія поліська, Красуня поліська (Україна); MV Кере, MV Vojtar (Угорщина); Julie, Nordika (Чехія); Semnal, Fajura (Румунія); Alka, Super Kitarka, Rebeka (Хорватія); Aspekt, Anurad, Achim, Nordkap, Artist, SU Aventinus (Німеччина); Tacitus, Dominikus, Turanus, Aurelius, Palmus (Австрія); RGT Reform, Matchball, Metronom, Evklid, Altigo, Marbon (Франція); Flourish (Канада). Спектр фенотипової мінливості озимої м'якої пшениці за стійкістю до бурі листкової іржі був у межах від 1 до 9 балів.

Розмах мінливості досліджуваних зразків за стійкістю до твердої сажки був у межах від 1 до 9 балів. До кращих зразків колекції НЦГРРУ за стійкістю до *T. laevis* на рівні еталону Краса ланів (Україна) — 7 – 9 балів належать переважно вітчизняні сорти та лінії: Приваблива, Гармоніка, Дарунок Поділля, Руан, Зореслава, Фіто 269-13, Л 77-19, Л 77-27, Л 139-03 (Україна); Patras (Німеччина).

На основі проведеного аналізу за оцінками стійкості досліджуваного генофонду озимої м'якої пшениці до поширених збудників хвороб, виділено 30 зразків-еталонів з різними рівнями їх прояву. Результати виділення еталонів озимої м'якої пшениці за різними рівнями прояву стійкості до збудників хвороб наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Зразки-еталони ознакової колекції озимої м'якої пшениці за стійкістю до збудників хвороб

Збудник хвороби	Рівень прояву ознаки	Стойкість, бал	Номер Національного каталога	Назва зразка	Країна походження
1	2	3	4	5	6
<i>Microdochium nivale</i> (Fr.) Samuels & I.C. Hallett	Дуже низька	2	UA0123725	Ruzi 84	Азербайджан
	Низька	3	UA0123350	Yayla 302	Туреччина
	Середня	5	UA0124217	OK13P517-3	Сполучені Штати Америки
	Висока	7	UA0123838	Мелашка	Україна
	Дуже висока	9	UA0124070	Малуша	Україна
<i>Blumeria graminis</i> (DC.) E.O. Speer f. sp. <i>tritici</i> Em. Marchal	Дуже низька	1	UA0123725	Ruzi 84	Азербайджан
	Низька	3	UA0100010	Ферругінеум 1239	Україна
	Середня	5	UA0123490	Проня	Україна
	Висока	7	UA0108419	Краса ланів	Україна
	Дуже висока	9	UA0123687	Лірика білоцерківська	Україна
<i>Septoria tritici</i> Rob. et Desm.	Дуже низька	1	UA0123623	Lu Mai 116	Китай
	Низька	3	UA0123725	Ruzi 84	Азербайджан
	Середня	5	UA0122879	Вигадка	Україна
	Висока	7	UA0122870	Диво	Україна
	Дуже висока	9	UA0122889	Arktis	Німеччина
<i>Pyrenophora tritici-repentis</i> (Died.) Drechsler	Дуже низька	1	UA0108443	Dagmar	Чехія
	Низька	3	UA0124217	OK13P517-3	Сполучені Штати Америки
	Середня	5	UA0124070	Малуша	Україна
	Висока	7	UA0123838	Мелашка	Україна
	Дуже висока	9	UA0122785	Грація білоцерківська	Україна

1	2	3	4	5	6
<i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i> Rob. et Desm.	Дуже низька	1	UA0123492	Turkey	Сполучені Штати Америки
	Низька	3	UA0123350	Yaula 302	Туреччина
	Середня	5	UA0123693	Квітка полів	Україна
	Висока	7	UA0122891	Метелиця харківська	Україна
	Дуже висока	9	UA0123774	Фортеця	Україна
<i>Tilletia laevis</i> J.G. Kühn	Дуже низька	1	UA0124156	Фортеця поліська	Україна
	Низька	3	UA0104204	Подільянка	Україна
	Середня	5	UA0106580	Бунчук	Україна
	Висока	7	UA0108419	Краса ланів	Україна
	Дуже висока	9	UA0108542	Фіто 269-13	Україна

Отже, серед диференційованих зразків озимої м'якої пшениці, різних за еколого-географічним походженням, виділено 12 нових еталонів високих рівнів стійкості до поширених збудників хвороб, а саме: снігової плісняви — Мелашка, Малуша (Україна); борошнистої роси — Краса ланів, Лірика білоцерківська (Україна); септоріозу листя — Диво (Україна), Arktis (Німеччина); піренофорозу — Мелашка, Грація білоцерківська; бурої листової іржі — Метелиця харківська, Фортеця (Україна); твердої сажки — Краса ланів, Фіто 269-13 (Україна).

Також виділено ряд еталонів низьких рівнів стійкості до збудників хвороб: снігової плісняви — Ruzi 84 (Азербайджан), Yaula 302 (Туреччина); борошнистої роси — Ruzi 84 (Азербайджан), Ферругінеум 1239 (Україна); септоріозу листя — Lu Mai 116 (Китай), Ruzi 84 (Азербайджан); піренофорозу — Dagmar (Чехія), ОК13P517-3 (Сполучені Штати Америки); бурої листової іржі — Turkey (Сполучені Штати Америки), Yaula 302 (Туреччина); твердої сажки — Фортеця поліська (Україна), Подільянка (Україна).

Виділені еталони різних рівнів прояву є цінними диференціаторами при роботі з вихідним та селекційним матеріалом для селекції на адаптивність, які значно розширили та збагатили генетичне різноманіття ознакової колекції за стійкістю до хвороб.

Серед вивченого матеріалу виділено ряд зразків, що характеризуються формуванням великої маси 1000 зернин (понад 46 г), на рівні еталону високого рівня прояву даної ознаки Зореслава (Україна) (від 46,5 до 48,0 г), а саме: Фортеця, МПП Дарунок, Престижна, ЛЕГ 484-18, ЕСТ 215-18, ЛЕГ 484-18, Землероб, Вікторія поліська, Осяйна, Манжелія (Україна); MV Karlar, MV 10-15 (Угорщина); Tianmin 355, Tianmin 208, Tianmin 304, Tianmin 298 (Китай). Найбільшою маса 1000 зернин була у 2022 р., розмах її мінливості становив від 26,5 г до 56,5 г, а найменшою у 2024 році — від 19,5 г до 48,0 г.

Мінливість виповненості зерна озимої м'якої пшениці варіювала від 1 до 8 балів. Високою виповненістю зерна на рівні еталону Світязь (7–9 балів) відзначилися ряд зразків, зокрема: Січеслава, Версія одеська, Асканійська берегиня, Спадщина одеська, Любіто, МПП Відзнака, Мазурок (Україна); Otilia, Semnal, Armura (Румунія); MV Mente (Угорщина); Cazador, Artist, Achim (Німеччина); Tianmin 298 (Китай).

Упродовж 2020–2024 років найбільшу врожайність зразки озимої м'якої пшениці сформували у 2022 році, яка була в межах від 122 г/м² до 904 г/м², а найменшу — у 2024 році. Мінливість варіювала від 19 г/м² до 457 г/м². За результатом проведених досліджень виділено ряд джерел, що відзначаються формуванням високої врожайності (116 % до стандарту і більше), зокрема: Світязь, Мусій, Муза білоцерківська, Лірика білоцерківська, Малуша, Гюзель, Зореслава, Обрана, Шахівка, Мазурок, Перевага, Рапсодія одеська, Херсонська фортеця, Громада (Україна); Armura, Pitar, Voinic, Otilia (Румунія); MV Karlar,

MV Ikva (Угорщина); Nordika (Чехія); Artist, Akrotos, Aspekt, Rumor, Achim (Німеччина); Turanus (Австрія); Marbon, RGT Reform, Nordix (Франція); SY Wolf (USA) та ін.; стандарти — Богдана — 508 т/га, та Бунчук (UKR) — 439 т/га.

За результатами проведеного аналізу слід відзначити чотири вітчизняні генотипи, які характеризуються найвищою селекційною цінністю за груповою стійкістю до поширених збудників хвороб та високою врожайністю (122 – 141 % до стандарту), а саме: Малуша, Зореслава, Обрана, Шахівка та Мазурок. Також необхідно виділити сорт MV Karlar (Угорщина), який поєднує групову стійкість до збудників снігової плісняви, борошністої роси, септоріозу листя та велику масу 1000 зернин за врожайності 546 г/м² (124 % до стандарту). Виділені джерела є цінним генофондом для створення високоврожайних сортів з груповою стійкістю до ряду фітопатогенів. Результати виділення кращих зразків озимої м'якої пшениці за комплексом цінних господарських ознак наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Характеристика кращих зразків озимої м'якої пшениці за комплексом цінних господарських ознак, 2020–2024 рр.

Номер Національн. каталога	Назва зразка	Країна походження	Стійкість до збудників хвороб, бал				Висота рослини, см	Виповненість зерна, бал	Маса 1000 зернин, г	Урожайність, г/м ²
			снігової плісняви	борошністої роси	септоріозу листя	піренофорозу				
UA0106580	Бунчук, ст.	Україна	6,5	6,0	4,5	3,5	72	4,5	34,5	439
UA0124070	Малуша	Україна	9,0	8,5	7,0	5,0	81	6,0	43,5	619
UA0123933	Гюзель	Україна	8,0	7,5	9,0	8,5	80	5,5	42,5	590
UA0123446	Зореслава	Україна	7,5	8,0	7,0	6,0	79	6,5	46,5	583
UA0123932	Обрана	Україна	7,5	8,5	6,5	7,0	68	5,0	40,5	556
UA0123925	Шахівка	Україна	8,0	8,5	7,5	6,0	76	5,5	42,0	551
UA0123785	Мазурок	Україна	7,5	7,5	7,0	5,0	79	6,5	41,5	535
UA0124089	MV Karlar	Угорщина	7,0	7,0	7,5	5,5	70	5,0	46,5	546
UA0124145	Artist	Німеччина	7,5	6,0	5,5	7,0	73	7,5	37,0	528
UA0124146	Akrotos	Німеччина	6,5	9,0	7,0	7,0	83	4,5	38,0	493
UA0123731	Aspekt	Німеччина	6,0	8,0	4,5	4,0	76	4,5	37,5	474
UA0123727	Turanus	Австрія	6,0	7,5	5,5	4,5	83	5,0	36,5	475
UA0124174	Marbon	Франція	6,5	6,5	7,5	5,5	62	4,0	35,5	524
НІР _{0,05}			0,6	0,7	0,8	0,9	4	0,6	2,5	32
Кореляція з урожайністю, r			0,88 ¹⁾	0,36	0,73 ¹⁾	0,54 ²⁾	—	—	—	—

Примітка. ¹⁾ — p < 0,01.

²⁾ — p < 0,05.

Вивчаючи вплив фітопатогенів на формування врожайності у кращих зразків озимої м'якої пшениці за комплексом цінних господарських ознак встановлено, що за період 2020–2024 рр. з імовірністю 99 % ($p < 0,01$) із врожайністю на високому позитивному рівні корелювала стійкість до збудників снігової плісняви ($r = 0,88$) та септоріозу листя ($r = 0,73$). Визначено, що при цьому на істотному позитивному рівні з імовірністю 95 % ($p < 0,05$) корелювала з урожайністю стійкість до піренофорозу ($r = 0,54$).

Селекційна цінність кращих генотипів доповнюється високим рівнем морозостійкості (7 балів, критична температура вимерзання мінус 17,0 °С) — Малуша, Мелашка, Мальованка, Зореслава, Світязь, Мазурок, Лірика білоцерківська, Шахівка.

На основі результатів оцінок проведеного вивчення сформовано ознакову колекцію озимої м'якої пшениці за стійкістю до хвороб (Свідोцтво № 348 від 05.08.2025 р.). Колекція включає 75 зразків, що походять з 13 країн світу та відображає генетичне різноманіття за 22 ознаками та 103 рівнями їхнього прояву, зокрема стійкість до збудників хвороб: снігової плісняви – від 1 до 9 б.; септоріозу листя — від 1 до 9 б.; піренофорозу — від 1 до 9 б.; твердої сажки — від 1 до 9 б.; стійкість проти вилягання — від 1 до 9 б.; висота рослин — від карликів до дуже високорослих (43 – 127 см); кількість зерен у колосі — від малого до дуже великого (18 – 62 шт.); маса зерна з колоса — від малої до дуже великої (0,9 – 2,8 г); маса 1000 зернин — від малої до великої (32 – 48 г); урожайність до стандарту — від 54 % до 135 % (дуже низька — висока) та ін.

У сформованій колекції за кількісним складом переважають зразки вітчизняного походження — 50. За біологічним статусом 69 зразків є сортами та шість — селекційними лініями, які представлені одним ботанічним видом — *Triticum aestivum*, і шістьма різновидами — *erythrospertum*, *lutescens*, *graecum*, *albirubrum*, *nigraristatum*, *ferrugineum*.

Генетичне різноманіття зразків сформованої колекції є надійним фундаментом для створення нових сортів озимої м'якої пшениці з високою груповою стійкістю до поширених фітопатогенів та комплексом цінних господарських ознак.

ВИСНОВКИ

За результатом проведених оцінок виділено джерела озимої м'якої пшениці, що відзначаються високим рівнем прояву цінних господарських ознак, зокрема стійкості до снігової плісняви: Світязь, Малуша, Мальованка, Київська 19 (Україна); MV Wojtar (Угорщина); Nordika (Чехія); Artist, Emblem (Німеччина); Emotion, Maurizio (Австрія); Sorrial, LG Keramik (Франція) та ін; борошністої роси — Трудівниця миронівська, Зореслава, Намисто (Україна); MV Karlar (HUN); Alka (Хорватія); Akratos, KWS Jersey, (Німеччина); Fauns, Urbanus (Австрія); Altigo, Mescal, (Франція) та ін; септоріозу листя – Академічна 100, Малуша, Вікторія поліська, Тара (Україна); MV Кере, MV Kondas (Угорщина); Armura (Румунія); Nordika (Чехія); Ficko (Хорватія); Cazador, Alomar (Німеччина); Palmus (Австрія); Marbon, RGT Reform, (Франція); Tianmin 304 (Китай) та ін; піренофорозу — Красуня поліська, Гюзель, Київська 19, Зіронецька, (Україна); Plejada, Euforgia (Польща); MV Кере, MV Karikas (Угорщина); Megan (Чехія); Otilia, Semnal (Румунія); Super Kitarka (Хорватія); Godnik, Alomar (Німеччина); LG Arnova (Франція); Calidon (Канада) та ін; бурої листової іржі — Мелашка, Лірика білоцерківська, МПП Дарунок (Україна); MV Кере, MV Wojtar (Угорщина); Julie, Nordika (Чехія); Semnal, Fajura (Румунія); Alka, Super Kitarka (Хорватія); Anurad, SU Aventinus (Німеччина); Tacitus, Dominikus (Австрія); Metronom, Marbon (Франція); Flourish (Канада) та ін; твердої сажки — Приваблива, Гармоніка, Дарунок Поділля (Україна); Patras (Німеччина) та ін; великої маси 1000 зернин — Фортеця, МПП Дарунок, Престижна (Україна); MV Karlar, MV 10-15 (Угорщина); Tianmin 355, Tianmin 208 (Китай) та ін.

Виділено нові еталони високих рівнів стійкості до поширених збудників хвороб, а саме: снігової плісняви — Мелашка, Малуша (Україна); борошністої роси — Краса ланів, Лірика білоцерківська (Україна); септоріозу листя — Диво (Україна), Arktis (Німеччина);

піренофорозу — Мелашка, Грація білоцерківська; бурі листкової іржі — Метелиця харківська, Фортеця (Україна); твердої сажки — Краса ланів, Фіто 269-13 (Україна).

Визначено чотири вітчизняні сорти, які характеризуються найвищою селекційною цінністю за груповою стійкістю до поширених фітопатогенів та високою врожайністю (122 – 141 % до стандарту), а саме: Малуша, Гюзель, Зореслава, Обрана, Шахівка та Мазурок.

Сформовано ознакову колекцію озимої м'якої пшениці за стійкістю до хвороб (Свідоцтво № 348 від 05.08.2025 р.), яка включає 75 зразків з 13 країн світу та відбиває їх генетичне різноманіття за 22 ознаками та 103 рівнями їх прояву, серед них: стійкість до збудників хвороб — снігової плісняви, піренофорозу, твердої сажки та інші; стійкість проти вилягання, число зернин у колосі, маса зерна з колоса, маса 1000 зернин, урожайність та ін.

Генетичне різноманіття зразків сформованої колекції озимої м'якої пшениці за стійкістю до хвороб є основою для створення нових високоврожайних сортів з груповою стійкістю до різноманітних біотичних чинників, які зменшують валові збори зерна.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Murashko L., Mukha T., Humenyuk O., Kirilenko V., Novytska N. The level of intensity of soft winter wheat varieties infection by *Fusarium* link pathogens and their identification on grain. *Plant and Soil Science*. 2022. Т. 13. № 4. Р. 35–45. doi: 10.31548/agr.13(4).2022.35-45.
2. Afanasyeva O., Golosna L., Lisova G., Kryvenko A., Solomonov R. Use of effective sources of winter wheat resistance in breeding for immunity. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2023. Vol. 27. № 4. Р. 52–59. doi: 10.56407/bs.agrarian/4.2023.52
3. Лифенко С. П., Наконечний М. Ю., Нарган Т. П. Особливості селекції сортів пшениці м'якої озимої степового еко типу у зв'язку зі змінами клімату в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99. № 3. С. 53–62. doi: 10.31073/agrovisnyk202103-07
4. Полторецький С., Третьякова С., Мостов'як І., Яценко А., Терещенко Ю., Полторецька Н., Березовська А. Ріст і продуктивність пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від параметрів сівби. *Український екологічний журнал*. 2020. Т. 10. № 2. С. 81–87. doi: 10.15421/2020_68.
5. Мілютенко Т. Б., Довбиш М. Й., Ключко А. А., Лисікова В. М. Потенціал сортових ресурсів. Ефективне його використання — головна передумова стабільного виробництва зерна. *Насінництво*. 2011. № 2. С. 1–6.
6. Laugerotte J., Baumann U., Sourdille P. Genetic control of compatibility in crosses between wheat and its wild or cultivated relatives. *Plant Biotechnology Journal*. 2022. Vol. 20. № 5. Р. 812–832. doi:10.1111/pbi.13784.
7. Ретьман С. В. Управління розвитком фітоінфекції. *Карантин і захист рослин*. 2007. № 1. С. 19–20.
8. Rózewicz M., Wyzińska M., Grabiński J. The most important fungal diseases of cereals problems and possible solutions. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. № 4. 714. doi: 10.3390/agronomy11040714
9. Langridge P., Reynolds M. Breeding for drought and heat tolerance in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. 2021. Vol. 134, No. 6. Р. 1753-1769. doi: 10.1007/s00122-021-03795-1.
10. Сидоренко М. В., Чеботар С. В. Вплив посухи на рослини пшениці на різних стадіях росту. *Вісник Одеського національного університету. Біологія*. 2020. Т. 25, № 1 (46). С. 67–87. doi: 10.18524/2077-1746.2020.1(46).205848
11. Harkness C., Semenov M. A., Areal F. Adverse weather conditions for UK wheat production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2020. Vol. 282–283. 107862. doi: 10.1016/j.agrformet.2019.107862

12. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Корнійчук О. В., Оліфір Ю. М. Урожайність озимої пшениці залежно від строків сівби. Український екологічний журнал. 2021. Т. 11. № 3. С. 161–166. doi: 10.15421/2021_158.
13. Liu J., He Q., Zhou G., Song Y., Guan Y., Xiao X., Sun W., Shi Y., Zhou K., Zhou S., Wu Y., Ma S., Wang, R. Effects of sowing date variation on winter wheat yield: conclusions for suitable sowing dates for high and stable yield. *Agronomy*. 2023. Vol. 13. № 4. 991. doi:10.3390/agronomy13040991
14. Tyshchenko A. V., Konovalova V. M., Bazalii H. H., Fundirat K. S., Tyshchenko O. D., Reznichenko N. D., Konovalov V. O. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (part 1). *Agrarian innovations*. 2023. № 19. P. 190–200. doi: 10.32848/agrar.innov.2023.19.29
15. Лісовий М. П., Лісова Г. М. Сполучена еволюція рослини-господаря і патогена – дослідження і практичне втілення. *Захист і карантин рослин*. 2017. Вип. 63. С. 104–118. doi: 10.36495/1606-9773.2017.63.104-118
16. Kang Y., Zhou M., Merry A., Barry K. Mechanisms of powdery mildew resistance of wheat – a review of molecular breeding. *Plant Pathology*. 2020. Vol. 69, No. 4. P. 601–617. doi: 10.1111/ppa.13166.
17. Wu X., Bian Q., Gao Y., Ni X., Sun Y., Xuan Y., Cao Y., Li T. Evaluation of resistance to powdery mildew and identification of resistance genes in wheat cultivars. *PeerJ*. 2021. 9, e10425. doi: 10.7717/peerj.10425.
18. Filip E., Woronko K., Stępień E., Czarniecka N. An overview of factors affecting the functional quality of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Molecular Science*. 2023. Vol. 24, No. 8., 7524. doi:10.3390/ijms24087524.
19. Рябчун В. К., Кузьмишина Н. В., Богуславський Р. Л. Стан Національного генбанку рослин України у військовий час 2022 року. *Генетичні ресурси рослин*. 2022. № 30. С. 11–16. doi: 10.36814/pgr.2022.30.01
20. Ткачик С. О. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 82 с.
21. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О., Ковалишина Г. М., Андрющенко А. В. *Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб*. Київ: Колоб'іг, 2010. 392 с.
22. ДСТУ 4749:2007 Пшениця озима. Метод визначення морозостійкості сортів. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2008. 8 с.
23. Chaddock R.E. *Exercises in statistical methods*. Houghton. 1952. 166 p.

REFERENCES

1. Murashko L, Mukha T, Humenyuk O, Kirilenko V, Novytska N. 2022. The level of intensity of soft winter wheat varieties infection by *Fusarium* link pathogens and their identification on grain. *Plant and Soil Science*. 13(4): 35-45. doi: 10.31548/agr.13(4).2022.35-45
2. Afanasyeva O, Golosna L, Lisova G, Kryvenko A, Solomonov R. 2023. Use of effective sources of winter wheat resistance in breeding for immunity. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 27(4): 52-59. doi: 10.56407/bs.agrarian/4.2023.52
3. Lyfenko SP, Nakonechnyi MIu, Narhan TP. 2021. Peculiarities of the breeding of winter bread wheat varieties of steppe ecotype in connection with climate change in Southern Ukraine. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*. 99(3): 53-62. doi: 10.31073/agrovisnyk202103-07
4. Poltoretskyi S, Tretiakova S, Mostoviyak I, Yatsenko A, Tereshchenko Y, Poltoretska N, Berezovskyi A. 2020. Growth and productivity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on sowing parameters. *Ukrainskyi Ekolohichnyi Zhurnal*. 10(2): 81-87. doi: 10.15421/2020_68

5. Miliutenko TB, Dovbysh MI, Klochko AA, Lysikova VM. 2011. Potential of varietal resources. Its efficient use is the main prerequisite for sustainable grain production. *Nasinnystvo*. 2: 1-6.
6. Laugerotte J, Baumann U, Sourdille P. 2022. Genetic control of compatibility in crosses between wheat and its wild or cultivated relatives. *Plant Biotechnology Journal*. 20(5): 812-832. doi:10.1111/pbi.13784
7. Retman SV. 2007. Management of phytoinfection development. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*. 1: 19-20.
8. Różewicz M, Wzyńska M, Grabiński J. 2021. The Most Important Fungal Diseases of Cereals Problems and Possible Solutions. *Agronomy*. 11(4): 714. doi: 10.3390/agronomy11040714
9. Langridge P, Reynolds M. 2021. Breeding for drought and heat tolerance in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. 134(6): 1753-1769. doi: 10.1007/s00122-021-03795-1.
10. Sydorenko MV, Chebotar SV. 2020. The effect of drought on wheat plants at different growth stages. *Visnyk Odeskoho Natsionalnoho Universytetu. Biologiya*. 25, 1(46): 67-87. doi: 10.18524/2077-1746.2020.1(46).205848
11. Harkness C, Semenov MA, Areal F. 2020. Adverse weather conditions for UK wheat production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 282-283: 107862. doi: 10.1016/j.agrformet.2019.107862
12. Petrychenko VF, Lykhochvor VV, Korniiichuk OV, Olifir YuM. 2021. The yield of winter wheat depending on sowing time. *Ukrainskyi Ekologichnyi Zhurnal*. 11(3): 161-166. doi: 10.15421/2021_158.
13. Liu J, He Q, Zhou G, Song Y, Guan Y, Xiao X, Sun W, Shi Y, Zhou K, Zhou S, Wu Y, Ma S, Wang R. 2023. Effects of sowing date variation on winter wheat yield: conclusions for suitable sowing dates for high and stable yield. *Agronomy*. 13(4): 991. doi:10.3390/agronomy13040991
14. Tyshchenko AV, Konovalova VM, Bazalii HH, Fundirat KS, Tyshchenko OD, Reznichenko ND., Konovalov VO. 2023. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the southern steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Agrarian innovations*. 19: 190-200. doi: 10.32848/agrar.innov.2023.19.29
15. Lisovyi MP, Lisova HM. 2017. Host plant and pathogen coevolution — research and a practical implementation. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*. 63: 104-118. doi: 10.36495/1606-9773.2017.63.104-118
16. Kang Y, Zhou M, Merry A, Barry K. 2020. Mechanisms of powdery mildew resistance of wheat – a review of molecular breeding. *Plant Pathology*. 69(4): 601-617. doi: 10.1111/ppa.13166.
17. Wu X, Bian Q, Gao Y, Ni X, Sun Y, Xuan Y, Cao Y, Li T. 2021. Evaluation of resistance to powdery mildew and identification of resistance genes in wheat cultivars. *PeerJ*. 9: 10425. doi: 10.7717/peerj.10425.
18. Filip E, Woronko K, Stepień E, Czarniecka N. 2023. An overview of factors affecting the functional quality of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Molecular Science*. 24(8): 7524. doi:10.3390/ijms24087524.
19. Riabchun VK, Kuzmyshyna NV, Bohuslavskyi RL. 2022. State of the National Plant Genebank of Ukraine in wartime of 2022. *Henetychni Resursy Roslyn*. 30: 11-16. doi: 10.36814/pgr.2022.30.01
20. Tkachyk SO. 2016. Methodols of examination of plant varieties of cereals, groat crops and grain legumes for their suitability for dissemination in Ukraine. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. 82 p.
21. Trybel S, Hetman M, Stryhun O, Kovalyshyna H, Andriushchenko A. 2010. Methods of Assessments of Resistance of Wheat Varieties to Pests and Pathogens. Kyiv: Kolobih. 392 p.
22. DSTU 4749:2007 Winter wheat. 2008. Method for determining frost tolerance of varieties. [Valid from 2009-01-01] Kyiv: Derzhshozhyvstandart Ukraine. 8 p.
23. Chaddock RE. 1952. Exercises in statistical methods. Houghton. 166 p.

Yarosh A. V., Riabchun V. K., Kucherenko Ye. Yu., Kuzmyshyna N. V., Riabchun N. I., Bohuslavskiy R. L., Chernobai Yu. O., Shyianova T. P.

Yuriev Plant Production Institute of NAAS

National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine

142 Heroiv Kharkova Ave., Kharkiv, 61060, Ukraine

E-mail: ncpgru@gmail.com

GENETIC DIVERSITY OF WINTER BREAD WHEAT ACCESSIONS IN A TRAIT COLLECTION FOR RESISTANCE TO PATHOGENS

Aim. To evaluate the resistance of winter bread wheat accessions to common disease agents, to identify new sources and references with various levels of the trait expression, and to determine genotypes with high breeding value in terms of yield and group resistance to limiting effects of biotic factors.

Results and Discussion. New sources and references exhibiting various levels of valuable economic traits were identified, and a trait collection of winter bread wheat for resistance to disease agents was formed (Certificate No. 348 dated 08/05/2025). This collection includes 75 accessions from 13 countries and reflects their genetic diversity across 22 traits and 103 levels of their expression. The collection encompasses a set of valuable economic traits, including resistance to pathogens, number of kernels per spike, weight of kernels per spike, thousand-kernel weight, yield, etc. As to quantities, domestic accessions (50) make up the majority in the formed collection. By biological status, 69 accessions are cultivars and six are breeding lines (all of which belong to the same botanical species – *Triticum aestivum* L.) that represent six varieties (erythrosperrum, lutescens, graecum, albirubrum, nigraristatum, and ferrugineum). New references for high resistance levels to common pathogens were identified, specifically cvs. 'Melashka' and 'Malusha' (Ukraine) are resistant to snow mold; cvs. 'Krasa Laniv' and 'Liryka Bilotserkivska' (Ukraine) – to powdery mildew; cvs. 'Dyvo' and 'Arktis' (Ukraine) – to Septoria leaf blotch; cvs. 'Melashka' and 'Hratsiia 'Bilotserkivska' – to Pyrenophora spot blotch; cvs. 'Metelytsia Kharkivska' and 'Fortetsia' (Ukraine) – to brown leaf rust; and cvs. 'Krasa Laniv and 'Fito 269-13' (Ukraine) – to covered smut.

Conclusions. Four domestic genotypes with the highest breeding value for group resistance to common disease agents and high yield (122%–141% related to the check cultivar) were identified, viz cvs. 'Malusha', 'Hiuzel', 'Zoreslava', 'Obrana', 'Shakhivka', and 'Mazurok'. Genotypes characterized by high frost tolerance (7 points, critical freezing temperature -17.0°C) and resistance to common phytopathogens were selected: cvs. 'Malusha', 'Melashka', 'Maliiovanka', 'Zoreslava', 'Svitiaz', 'Mazurok', 'Liryka Bilotserkivska', and 'Shakhivka'. This collection of winter bread wheat for disease resistance is a basis for creating new high-yielding cultivars with group resistance to common phytopathogens.

Keywords: *collection, winter bread wheat, phytopathogen, genotype, starting material, yield, reference, cultivar.*