

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-12

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.527.85:632.4

**ОЦІНКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО
ЗА СТІЙКІСТЮ ДО ЗБУДНИКІВ ЛИСТКОВИХ ХВОРОБ****В. Д. Тромсюк, В. М. Бортновський**

Інститут кормів та сільського
господарства Поділля НААН
проспект Юності, 16, м. Вінниця,
21021

Про авторів:

Валентина ТРОМСЮК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-4741-6284

Віталій БОРТНОВСЬКИЙ,
старший науковий співробітник
ORCID: 0009-0000-4660-6081

Для листування:

Валентина ТРОМСЮК
e-mail: a08095@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

10 квітня 2025 р.

Погоджено до друку:

20 травня 2025 р.

Тритикале озиме поєднує високий урожай зерна, зеленої маси та стійкість до несприятливих кліматичних умов. Проте один з основних чинників, що обмежує його врожайність – це сприйнятливність до збудників хвороб, зокрема до борошнистої роси та бурої іржі. Для забезпечення стабільного виробництва й підвищення ефективності сільського господарства важливо розробляти та впроваджувати стійкі до збудників хвороб сорти, зокрема тритикале озимого. Селекція таких сортів дозволяє зменшити використання хімічних засобів захисту, зберігаючи високу врожайність і знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище. Метою даного дослідження було визначення рівня стійкості колекційних зразків тритикале озимого до основних збудників листкових хвороб – борошнистої роси та бурої іржі. Вивчення зразків тритикале озимого, що відрізняються за еколого-географічним походженням, дозволило ідентифікувати генотипи з високими показниками комплексної стійкості. За результатами трирічних досліджень (2022–2024 рр.) виділено зразки (Ураган, Сибірський, Союз, Торнадо, Цекад 22 та Богодарське) з високими показниками індексу комплексної стійкості, що вказує на їх потенціал для використання в селекційних програмах.

Ключові слова: тритикале озиме, зразок, борошниста роса, бура іржа, індекс стійкості.

Evaluation of winter triticale source material for resistance to leaf pathogens

Institute of Feed and Agriculture
of Podillia of NAAS
Yunosti avenue, 16, Vinnytsia city,
21021

About authors:

Valentyna TROMSIUK
ORCID: 0000-0003-4741-6284

Vitalii BORTNOVSKYI
ORCID: 0009-0000-4660-6081

For corresponding:
Valentyna TROMSIUK
e-mail: a08095@ukr.net

Funding information:
National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:
April 10, 2025
Accepted:
May 20, 2025

Winter triticale combines high grain and green mass yields with resistance to adverse climatic conditions. However, one of the main factors limiting its yield is its susceptibility to pathogens, including powdery mildew and brown rust. To ensure stable production and increase agricultural efficiency, it is important to develop and introduce disease-resistant varieties. Breeding such varieties allows to reduce the use of chemical protection products, while maintaining high yields and reducing the negative impact on the environment. The aim of this study was to determine the level of resistance of winter triticale collection samples to the main leaf diseases – powdery mildew and brown rust. The study of different triticale samples differing in ecological and geographical origin allowed us to identify genotypes with high rates of complex resistance. According to the results of three-year studies (2022–2024), samples (Urahan, Sybyrskyi, Soiuz, Tomado, Tsekad 22 and Bohodarske) with high indexes of complex resistance were identified, indicating their potential for use in breeding programs.

Keywords: winter triticale, sample, powdery mildew, brown rust, resistance index.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Втрати врожаю внаслідок ураження комплексом грибкових захворювань оцінюють приблизно від 10,0 до 30,0 %; в епіфітотійні роки, досягають 40,0 %. Постійним викликом є досягнення вищих врожаїв з меншим негативним впливом на навколишнє середовище, тобто стійка інтенсифікація виробництва сільськогосподарських культур. Тому селекція зі створення сортів з вищою стійкістю до біотичного стресу набуває все більшого значення [5, 11, 16, 23, 26, 29]. Масове збільшення частки зернових культур у сівоzmінах, недотримання агротехнічних вимог та значне забур'янення призвели до погіршення фітосанітарного стану посівів. Деякі фітопатогени, що раніше були малопоширеними, стали особливо небезпечними, а спричинені ними захворювання досягли рівня епіфітотій [1].

Розповсюдження та активний розвиток збудників хвороб, а також рівень їхньої шкідливості зумовлені сукупним впливом різних факторів, серед яких ключову роль відіграють погодні умови, генетична стійкість культурних рослин і наявність збудника [2]. Абіотичні фактори суттєво впливають, як на появу хвороби, так і на її подальший перебіг. Можуть безпосередньо діяти як на патоген, активізуючи або пригнічуючи його розвиток, так і на рослину-господаря, підсилюючи її стійкість або роблячи її більш сприйнятливою до інфекції [19]. Фактори навколишнього середовища можуть суттєво визначати ступінь ураження хворобою та рівень пов'язаних із нею втрат [20].

Основними чинниками, що спричиняють масове ураження зернових культур, є зменшення генетичного різноманіття, недостатнє використання в

селекції генів стійкості, отриманих від диких предків, а також втрата місцевих адаптованих сортів, які є цінним джерелом стійкості до біотичних та абіотичних факторів середовища [14, 21]. Ефективність селекційної роботи, спрямованої на підвищення імунітету рослин до хвороб, значною мірою залежить від доступності вихідного матеріалу з потужними донорами стійкості. Виведені сорти повинні мати комплексну резистентність до основних патогенів, а також відзначатися високою врожайністю, покращеними якісними характеристиками зерна та стійкістю до стресових умов. Їх широке впровадження у виробництво є економічно та екологічно виправданим, оскільки дозволяє суттєво скоротити використання фунгіцидів і сприяє розвитку органічного землеробства [3].

Перші комерційно вирощені сорти тритикале були стійкі до збудників борошнистої роси, іржі листя, жовтої та стеблової іржі, збільшення посівних площ призвело до селекції патогенів і рас, які тепер здатні успішно інфікувати тритикале. Таким чином, ми можемо спостерігати еволюцію патогенів [27]. Оскільки нові раси патогенів можуть швидко адаптуватися й долати наявні механізми захисту рослин, селекціонери повинні безперервно працювати над створенням сортів тритикале озимого із покращеними характеристиками стійкості до збудників основних листових хвороб.

Найбільш економічно значущими та поширеними грибовими захворюваннями, що вражають зернові культури, є борошниста роса та різні види іржі [28].

Листкова (бура) іржа, викликана збудником *Puccinia triticina*, є значною загрозою для зернових у всіх регіонах світу. Інтенсивність розвитку листової іржі значною мірою залежить від умов навколишнього середовища, ключовими факторами є температура та вологість. За відповідних умов активний розвиток хвороби може розпочатися в червні й тривати до липня. Хоча тритикале вважалось відносно стійким до листової

іржі, за останнє десятиліття воно зазнало значних втрат через цю хворобу [13, 18, 25].

Для подолання грибових патогенів тритикале озимого потужним інструментом є селекція рослин. Завданням майбутніх стратегій селекції залишається розширення генетичного фону нових сортів, які розробляються, шляхом інтрогресії та розгортання нових джерел стійкості до хвороб. Особливо слід враховувати кількісні та багатопатогенні джерела резистентності. Таким чином, тритикале може зберегти свою позицію важливої зернової культури з низькими витратами [15, 24].

Останнім часом спостерігається зростання рівня ураженості рослин борошнистою росою (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *Tritici*), що обумовлює необхідність активного впровадження у виробництво сортів, стійких до цього патогену. Однак у процесі їх створення селекціонери стикаються з рядом труднощів. Основною проблемою є недостатня різноманітність донорів стійкості до борошнистої роси. Додаткову складність створює висока мінливість патогену, що спричиняє втрату резистентності нових сортів у відносно короткі терміни. Виведення та поширення сортів із підвищеною стійкістю до збудників хвороб сприяє зниженню рівня зараження, зменшенню шкодочинності патогенів, а також скороченню використання фунгіцидів, що є важливим аспектом збереження екологічної безпеки [11, 17].

Мета дослідження – визначити рівень стійкості колекційних зразків тритикале озимого (*Triticosecale* Wittmack) до основних збудників листових хвороб та виділити зразки з високими показниками індексу комплексної стійкості до борошнистої роси та бурої іржі.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2022–2024 рр. на полях Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Посіви тритикале озимого розміщували за схемою семипільної селекційної сівозміни, попередник біла гірчиця. Технологія

виращування відповідала стандартам для зони Лісостепу.

Для дослідження використано 30 зразків тритикале озимого різного еколого-географічного походження, отриманих із колекції Національного центру генетичних ресурсів рослин України. Посів здійснювали за допомогою селекційної сівалки «Клен-1,5», площа дослідної ділянки становила 10 м². Повторність експерименту – три рази, розміщення – систематичне. Як стандарт використовували сорт тритикале озимого Богодарське селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Обліки ураження рослин тритикале озимого збудниками основних листкових хвороб (борошниста роса, бура іржа) проводили впродовж вегетації.

Резистентність рослин тритикале озимого проти грибкових хвороб визначали за дев'ятибальною шкалою [6].

Індекси індивідуальної стійкості визначали як відношення середнього

багаторічного значення стійкості для кожного окремого збудника хвороб до середнього значення стійкості по всіх досліджуваних зразках. Індекси комплексної стійкості обчислювали як середнє значення індексів індивідуальної стійкості [10].

Обробку експериментальних даних і визначення їх статистичної вірогідності здійснювали за допомогою Microsoft Excel, розраховуючи середні, мінімальні (min) і максимальні (max) значення, а також розмах варіації (R).

Гідротермічні умови (2022–2024 рр.) представлені за даними метеостанції с. Агрономічне Вінницького району Вінницької області.

Впродовж 2022–2024 рр. спостерігали значні коливання температури повітря та рівня опадів у порівнянні з середньобагаторічними показниками (рис. 1, 2).

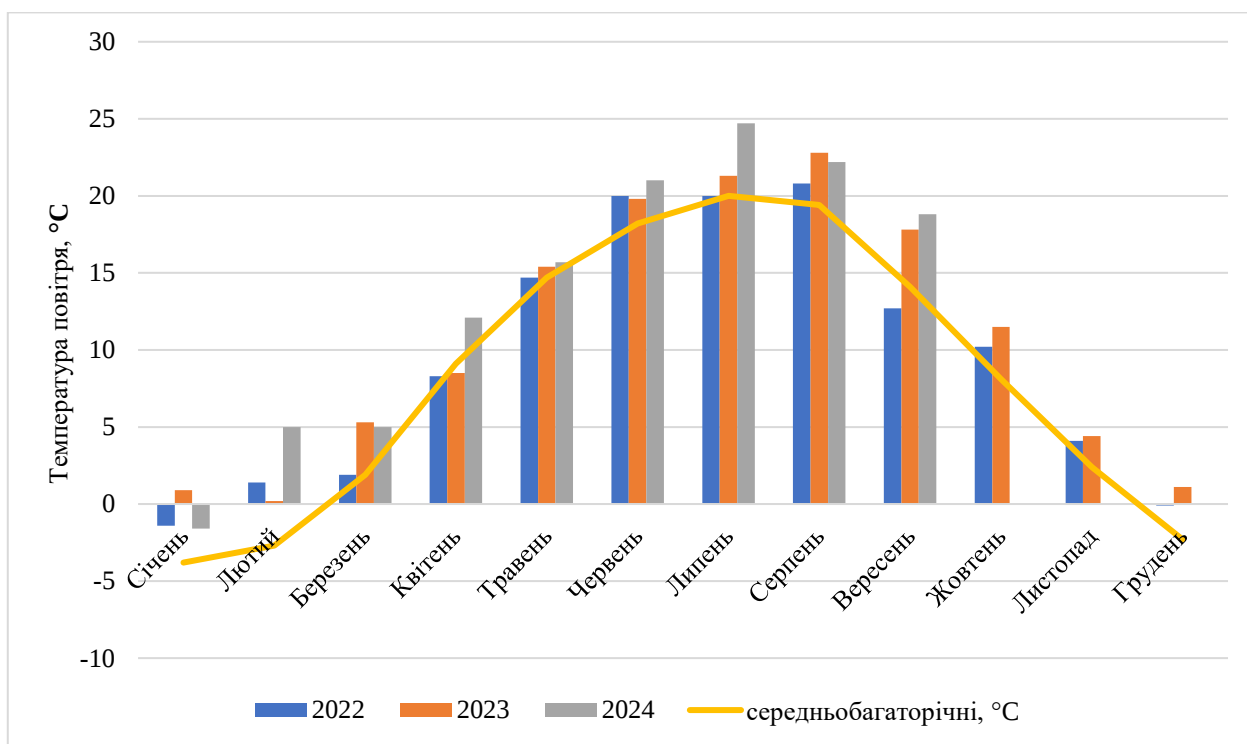


Рис. 1. Температурний режим (°C) за вегетаційний період тритикале озимого (2022–2024 рр.)

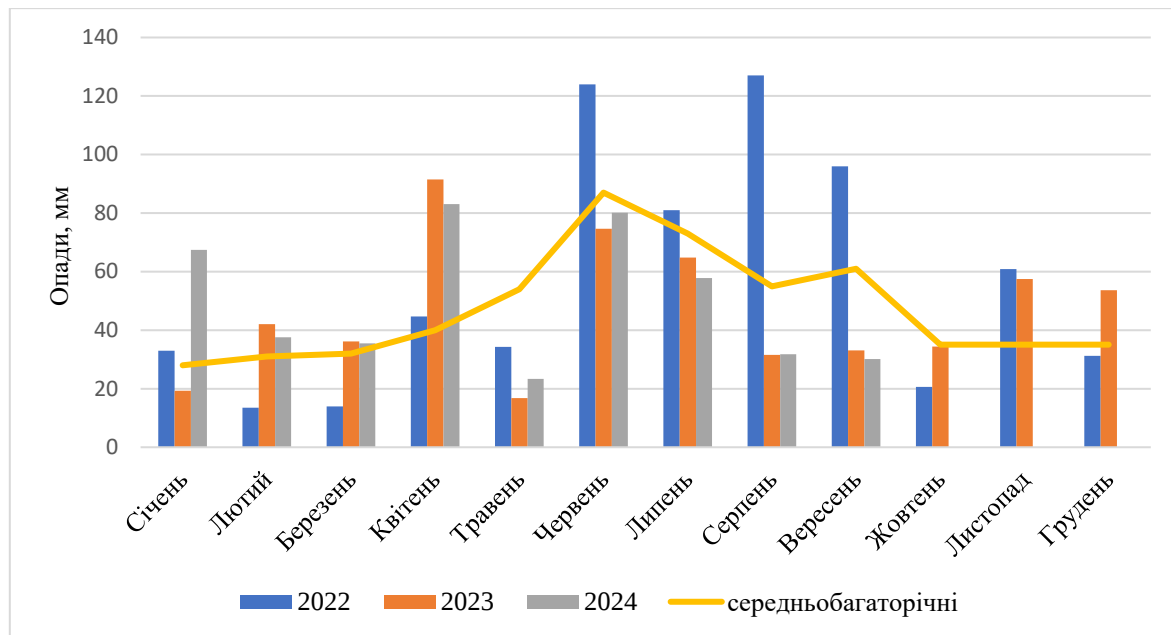


Рис. 2. Сума опадів (мм) за вегетаційний період тритикале озимого (2022–2024 рр.)

Весняний період 2022 р. характеризувався відносно помірними температурами та дефіцитом опадів. Незначна кількість опадів у березні, квітні та травні (13,9 мм, 44,7 мм і 34,3 мм відповідно) суттєво обмежувала розвиток збудників борошнистої роси. Літній період, навпаки, відзначався підвищеною вологістю. Червень виявився особливо дощовим (124 мм опадів), що створювало сприятливі умови для розвитку бурої іржі. Саме тому у 2022 р. зафіксовано нижчі значення індексу стійкості до бурої іржі у більшості зразків.

Погодні умови 2023 р. суттєво відрізнялися від попереднього. Весняний період був більш вологим, особливо у квітні (91,5 мм опадів), що створило сприятливі умови для поширення борошнистої роси. Підвищена вологість у березні та квітні разом із помірними температурами сприяли інтенсивнішому ураженню рослин, що загалом позначилося на середньому рівні стійкості до цієї хвороби. У літній період кількість опадів була меншою, ніж у 2022 р. Червень виявився менш дощовим (74,7 мм). Це сприяло зниженню ризиків поширення бурої іржі, що загалом позитивно вплинуло на середній індекс стійкості зразків.

Весняний період 2024 р. розпочався з вищих температур, особливо у квітні (12,1 °C) та травні (15,7 °C). Кількість опадів у квітні залишалася значною (83,1 мм), що сприяло розвитку борошнистої роси. Однак, у травні опади були менш інтенсивними (23,4 мм), що обмежило подальше поширення збудника. Літній період відзначався високими температурами, особливо у липні (24,7 °C), що дещо стримувало розвиток бурої іржі. Однак, рівень опадів у червні та липні залишався достатнім (80,1 і 57,8 мм відповідно), що сприяло локальному поширенню хвороби серед менш стійких зразків.

Аналіз погодних умов 2022–2024 рр. свідчить про значні коливання температури та кількості опадів, що суттєво вплинуло на розвиток збудників борошнистої роси та бурої іржі. Підвищена температура в зимово-весняний період сприяли ранньому відновленню активності та інтенсивному розвитку патогенів, а надмірні опади у квітні-червні створили сприятливе середовище для їхнього поширення.

Загалом, розвиток борошнистої роси активізувався за умов помірних температур (10–20 °C) і підвищеної вологості, особливо у весняний період. Натомість бура іржа частіше проявлялася влітку, особливо за

поєднання високих температур і періодичних опадів, які створюють сприятливі умови для її поширення.

Результати та обговорення. З огляду на зміну кліматичних умов та підвищений ризик ураження хворобами, необхідним є створення та впровадження у виробництво стійких сортів тритикале озимого. Висока стійкість до збудників борошнистої роси та бурої іржі дозволить зменшити втрати врожаю зерна, знизити потребу в фунгіцидному захисті та підвищити стабільність виробництва цієї культури в різних кліматичних умовах. Створення

стійких сортів є важливим напрямом селекційної роботи для забезпечення сталого вирощування озимого тритикале. За останні 70 років більше як половина (50–60 %) світового приросту валових зборів зерна забезпечено завдяки впровадженню нових сортів з високим генетичним потенціалом [12].

Упродовж 2022–2024 рр. проводили оцінку колекційних зразків тритикале озимого на стійкість до збудників борошнистої роси та бурої іржі. Результати оцінки стійкості представлені на рисунку 3.

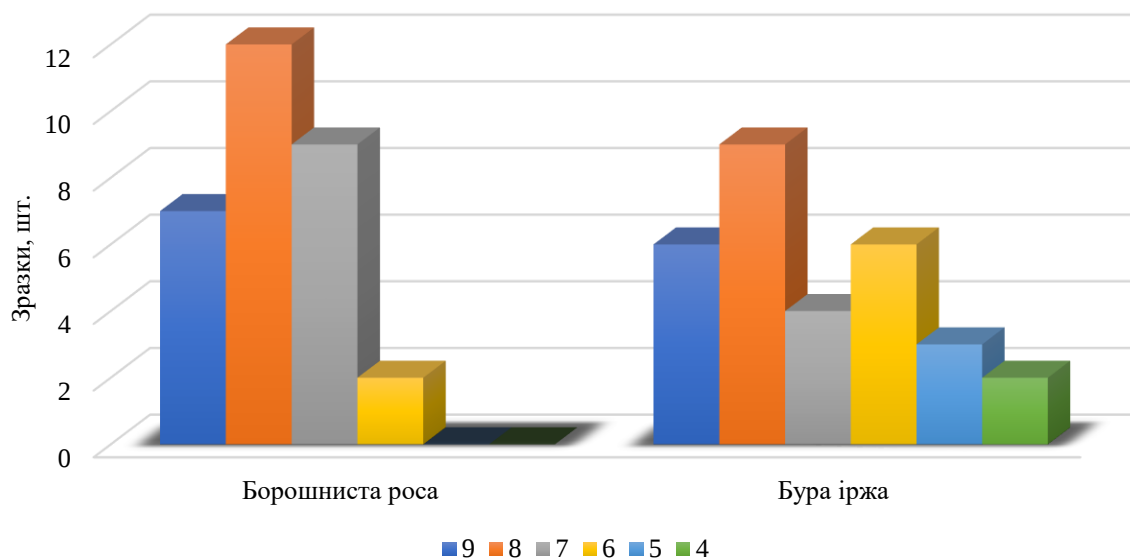


Рис. 3. Розподіл колекційних зразків тритикале озимого до збудників борошнистої роси та бурої іржі (2022–2024 рр.)

За результатами досліджень виділено 19 зразків тритикале озимого з дуже високою (9 балів – відсутні ознаки хвороби) та високою стійкістю (8 балів) до збудників борошнистої роси та 15 – бурої іржі. Визначено 11 стійких зразків (7, 6 балів) проти борошнистої роси та 10 – бурої іржі. П'ять зразків тритикале озимого визначено сприятливими (5, 4 бали) до збудників бурої іржі.

Загальна стійкість рослин тритикале озимого до борошнистої роси є вищою, оскільки серед досліджуваних зразків не зафіксовано сприйнятливих. Водночас у групі досліджених зразків відмічені

рослини, які сприйнятливі до бурої іржі, що може становити ризики в польових умовах, особливо в окремі роки досліджень.

Питання стійкості зернових культур, в тому числі й тритикале озимого, до збудників листових хвороб є предметом активних досліджень як вітчизняних, так і іноземних учених. В. Т. Саблука за результатами моніторингу ураженості збудниками хвороб зернових культур (2023–2024 рр.) визначив, що борошнистою росою було уражено майже 20 % сортів, з розвитком хвороби від 10 до 40 % [9]. І. І. Мостов'як визначив поширення борошнистої роси на посівах озимої

пшениці у середньому на 40,6 % [7]. У період 2012–2015 рр. М. М. Ключевич встановив, що майже всі вітчизняні та закордонні сорти зазнавали ураження бурюю листовою іржею в умовах природного інфекційного фону. У деяких сортах, таких як Амфідиплоїд 256, Бард, Ізомер, Романтика, розвиток хвороби досягав 40–60 % [4]. За результатами досліджень, проведених в Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, серед сучасних сортів озимої м'якої пшениці в умовах епіфітотій було виділено 88 джерел із високою індивідуальною стійкістю (на рівні 7–9 балів) до листових хвороб. Зокрема, 40 зразків проявили стійкість до збудників борошнистої роси, 20 – до септоріозу листя, а 28 – до бурої листової іржі [12]. Stefan Kusch при дослідженні тривалої та швидкої еволюції

грибів борошнистої роси визначив, що завдяки різнобічній природі геномів збудника наступний спалах борошнистої роси може статися будь-коли та стати серйозною проблемою для продовольчої безпеки [22]. Це свідчить про необхідність безперервного проведення селекційних досліджень, спрямованих на створення сортів тритикале озимого з підвищеною стійкістю до збудників хвороб. Використання генетично стійких джерел у селекційних програмах дозволить зменшити ризики масових уражень і забезпечити стабільність урожаю в різних кліматичних умовах.

За результатами досліджень (2022–2024 рр.) зразків тритикале озимого визначено індекси індивідуальної та комплексної стійкості до збудників основних листових хвороб (табл. 1).

1. Індекс стійкості зразків тритикале озимого проти основних листових збудників хвороб, середнє за 2022–2024 рр.

Стандарт, назва зразка	Номер національного каталогу	Індекс стійкості, I		Індекс комплексної стійкості, ІКС
		Борошниста роса	Бура іржа	
1	2	3	4	5
Богодарське, ст.	UA0602707	1,12	1,13	1,13
NTN 1933	UA0602784	1,12	0,55	0,84
NTN 3476	UA0602785	1,12	0,55	0,84
Хлебороб	UA0604984	1,07	0,65	0,86
Парус	UA0602626	0,77	0,84	0,81
Сергий	UA0602750	1,03	0,98	1,01
Нина	UA0602657	0,94	1,14	1,04
Maestro	UA0602783	0,90	1,13	1,02
Павлодарский	UA0602730	1,12	0,80	0,96
Никанор	UA0602662	0,94	0,84	0,89
АД256	UA0600504	0,90	0,70	0,80
Aliko	UA0602634	1,12	1,08	1,10
Remiko	UA0602786	0,94	1,00	0,97
Божич	UA0602842	1,07	0,89	0,98
Обрій миронівський	UA0602670	0,90	0,99	0,95
Маяк	UA0602521	0,90	0,80	0,85
Десятинне	UA0602746	1,03	1,09	1,06
Dinaro	UA0602438	0,73	1,13	0,93

1	2	3	4	5
Кастусь	UA0602217	0,94	0,74	0,84
Ярослава	UA0602691	1,08	1,14	1,11
Бард	UA0602470	1,12	0,80	0,96
Сибирский	UA0602722	1,03	1,29	1,16
Цекад 22	UA0602518	0,99	1,29	1,14
Сирс 57	UA0602517	0,90	1,29	1,10
Salto	UA0602726	1,03	1,13	1,08
Цекад 90	UA0602066	0,99	1,18	1,09
Торнадо	UA0602334	0,99	1,29	1,14
Союз	UA0601937	1,03	1,29	1,16
Ураган	UA0600568	1,12	1,29	1,21
Стратег	UA0602718	1,08	1,05	1,07
Середнє	–	1,00	1,00	1,00
Min	–	0,73	0,55	0,80
Max	–	1,12	1,29	1,21
R	–	0,39	0,74	0,41

Дослідження стійкості різних за еколого-географічним походженням зразків тритикале озимого до збудників борошнистої роси та бурої іржі дозволило оцінити рівень їхньої сприйнятливості та виділити стійкі зразки для їх використання в подальших селекційних програмах. Аналіз проводився на основі визначення індексу стійкості (І) до кожного збудника окремо, а також індексу комплексної стійкості (ІКС), який узагальнює резистентність рослин.

Оскільки результати досліджень охоплюють три роки, вони відображають реакцію сортів у різних кліматичних умовах. Відомо, що розвиток грибкових захворювань, таких як борошниста роса та бура іржа, значною мірою залежить від погодних факторів, зокрема рівня вологості, температурного режиму та кількості опадів.

За даними С. В. Ретьман найбільш інтенсивний розвиток збудників борошнистої роси проходить у суху й спекотну погоду за температури 25–30 °С через відсутність опадів. Втрата тургору та в'янення рослин у цей час знижує їхню стійкість до збудника хвороби [8].

За результатами проведених досліджень (2022–2024 рр.) серед досліджених зразків тритикале озимого не зафіксовано сильно сприйнятливих сортів до збудників борошнистої роси, що свідчить про їхню загальну високу резистентність. За роками досліджень індекс стійкості знаходився в межах від 0,73 до 1,16. Найвищий рівень стійкості (І = 1,12) визначено в зразків – Богодарське, NTH 1933, NTH 3476, Павлодарський, Aliko, Бард та Ураган, що свідчить про їхню здатність зберігати стійкість навіть за несприятливих погодних умов без значних уражень.

Бура іржа значно активніше розвивається у роки з теплою і вологою весною та початком літа. Якщо весна суха, то поширення даного збудника незначне, проте в дощові періоди відзначалося масове ураження рослин. Це пояснює варіабельність стійкості серед зразків – деякі сорти, що демонстрували високу резистентність у посушливі роки, могли виявитися менш стійкими у вологі періоди. Найвищий рівень толерантності до бурої іржі (І = 1,29) продемонстрували Сибирский, Цекад 22, Сирс 57, Торнадо, Союз та Ураган. Водночас найнижчі

показники стійкості (0,55) зафіксовані у зразків NTH 1933 та NTH 3476, що вказує на їхню високу сприйнятливість до збудників бурої іржі.

Результати досліджень свідчать, що серед представлених зразків є генотипи з підвищеною стійкістю до комплексу хвороб. Високі значення індексу комплексної стійкості (ІКС = 1,21–1,13) відмічені у зразків – Ураган, Сибирський, Союз, Торнадо, Цекад 22, Богодарське. Виділені зразки тритикале озимого включені в селекційний процес на створення сортів з підвищеною стійкістю до визначених збудників хвороб.

Отримані дані підтверджують, що стійкість рослин тритикале озимого до грибкових захворювань є комплексною характеристикою, яка залежить не лише від генетичних особливостей сорту, а й від погодних умов. Проте значні коливання між окремими генотипами свідчать про необхідність подальших досліджень у різних агрокліматичних зонах для кращого розуміння їхньої реакції на зміну погодних факторів. Особливої уваги потребують сорти, які виявилися чутливими до бурої іржі. Водночас зразки з високими показниками комплексної стійкості, такі як Ураган, Сибирський, Союз, Торнадо та Цекад 22 та Богодарське необхідно використовувати в селекційних програмах на підвищену стійкість.

Висновки. За результатами досліджень визначено, що розвиток

борошнистої роси найбільш інтенсивний у прохолодну та вологу весняну погоду. Однак серед досліджених зразків не зафіксовано сильно сприйнятливих сортів, що свідчить про загальну високу резистентність колекційних зразків тритикале озимого. Виділено зразки з високим рівнем стійкості (І = 1,12) – Богодарське, NTH 1933, NTH 3476, Павлодарський, Aliko, Бард та Ураган.

Інтенсивність розвитку бурої іржі значною мірою залежала від погодних умов. У роки з вологою та теплою весною відзначалося масове ураження рослин, тоді як у посушливі періоди хвороба поширювалася менш активно. Найвищий рівень стійкості до бурої іржі (І = 1,29) виявлено у зразків – Сибирський, Цекад 22, Сирс 57, Торнадо, Союз та Ураган. Водночас зразки NTH 1933 та NTH 3476 виявилися найбільш сприйнятливими (І = 0,55).

Визначено зразки з високим рівнем комплексної стійкості до збудників борошнистої роси та бурої іржі. Найвищі значення індексу (ІКС = 1,21–1,13) визначено в Ураган, Сибирський, Союз, Торнадо, Цекад 22 та Богодарське. Виявлені стійкі генотипи рекомендовано для використання в селекційних програмах з метою створення сортів тритикале озимого з підвищеною резистентністю до борошнистої роси та бурої іржі.

Список використаної літератури

1. Біловус Г. Я. Оцінка сортозразків ячменю озимого за стійкістю до збудників листових хвороб та урожайністю. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 3 (828). С. 20–27. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202203-03>.
2. Безноско І. В., Дем'янюк О. С., Мостов'як І. І. Фітопатогенний контроль збудників основних видів хвороб зернових колосових культур грибної етіології. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія»*. 2023. № 54. С. 7–12. <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2023.54.7-12>.
3. Імунологічна характеристика сортів пшениці озимої до основних збудників хвороб в зоні Правобережного Лісостепу / Л. М. Голосна та ін. *Фактори експериментальної еволюції організмів*.

References

1. Bilovus H. Ya. Evaluation of winter barley cultivars for resistance to leaf disease pathogens and yield. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2022. 3 (828). P. 20–27. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202203-03>.
2. Beznosko I. V., Demianiuk O. S., Mostoviak I. I. Phytopathogenic control of pathogens of the main types of diseases of grain crops of fungal etiology. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriiia «Biolohiia»*. 2023. No. 54. P. 7–12. <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2023.54.7-12>.
3. Immunological characteristics of winter wheat varieties to the main pathogens in the Right-Bank Forest-Steppe zone / L. M. Holosna et al. *Faktyory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmyv*. 2021. Vol.29. P. 74–81. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v29.1410>.

2021. Т. 29. С. 74–81. <https://doi.org/10.7124/FEEEO.v29.1410>.

4. Ключевич М. М., Волощук С. І. Стійкість зразків тритикале озимого до бурої листової іржі в умовах центрального лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 18. С. 22–31. <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/8307>.

5. Круть М. Інноваційні розробки з наукового забезпечення селекції рослин на стійкість до хвороб та шкідників. *Grail of Science*. 2022. 18–19. 128–134. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.26.08.2022.21>.

6. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб : підручник / С. О. Трибель та ін. ; за ред. д-ра с.-г. наук, проф. С. О. Трибеля. К. : Колообіг, 2010. 392 с.

7. Мостов'як І. І. Вплив гідротермічних чинників на поширення і розвиток хвороб в агроценозі зернових культур Правобережного Лісостепу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. 103–108. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-103-108.

8. Ретьман С. В. Фітопатогенний комплекс озимої пшениці в Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2008. № 4. С. 5–8.

9. Саблук В., Кононюк Н., Свідельська Н. Моніторинг ураженості озимих зернових культур хворобами. *Біоенергетика*. 2024. № 2 (24). 32–34.

10. Сич З. Д. Властивості коефіцієнтів стабільності ознак и урожайності у динамічних рядах різної тривалості. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2005. № 2. С. 5–21. http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2005_2_3.

11. Чуприна Ю. Ю.; Головань Л. В.; Клименко І. В. Екологічна оцінка зразків пшениці ярої за стійкістю до листових грибних хвороб в умовах лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. 116. С. 192–202. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.2.29>.

12. Ярош А. В., Рябчун В. К., Четверик О. О. Урожайність та стійкість до листових хвороб сучасних сортів озимої м'якої пшениці в умовах лімітуючого впливу біотичних чинників. *Генетичні ресурси рослин*. 2020. № 27. С. 11–25. <http://genres.com.ua/assets/files/27/3.pdf>.

13. Assessing new SSR markers for utility and informativeness in genetic studies of brown rust fungi on wheat, triticale, and rye / G. Czajowski et al. *Plant Pathol.* 2021. 70. 1110–1122. <https://doi.org/10.1111/ppa.13347>.

14. Bilovus G. Ya. Influence of meteorological conditions and varietal peculiarities on development of fungal diseases winter wheat. *Balanced nature management*. 2016. No. 1. P. 76–80. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2016_1_17.

15. Biotic stresses in the anthropogenic hybrid triticale (*×Triticosecale Wittmack*): current knowledge and breeding challenges / K. Audenaert et al. *European journal of plant pathology*. 2014. 140. 615–630. <https://doi.org/10.1007/s10658-014-0498-2>.

4. Kliuchevych M. M., Voloshchuk S. I. Resistance of winter triticale samples to brown leaf rust in the conditions of the central Forest-Steppe of Ukraine. *Henetychni resursy roslyn*. 2016. No. 18. P. 22–31. ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/8307.

5. Krut M. Innovative developments in the scientific support of plant breeding for resistance to diseases and pests. *Grail of Science*. 2022. 18–19. 128–134. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.26.08.2022.21>.

6. Methodology for assessing the resistance of wheat varieties to pests and pathogens: textbook / S. O. Trybel et al. ; za red. d-ra s.-h. nauk, prof. S. O. Trybelia. K. : Kolobih, 2010. 392 p.

7. Mostoviyak I. I. The influence of hydrothermal factors on the spread and development of diseases in the agrocenosis of grain crops of the Right-Bank Forest-Steppe. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2020. No. 1. 103–108. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-103-108.

8. Retman C. V. Phytopathogenic complex of winter wheat in the Forest-Steppe of Ukraine. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2008. No. 4. P. 5–8.

9. Sabluk V., Kononiuk N., Svidelska N. Monitoring the incidence of winter grain crops with diseases. *Bioenerhetyka*. 2024. No. 2 (24). 32–34.

10. Sych Z. D. Property of stability coefficients of a trait and yield in time series of different durations. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2005. No. 2. P. 5–21. http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2005_2_3.

11. Chupryna Yu. Yu.; Holovan L. V.; Klymenko I. V. Ecological assessment of spring wheat samples for resistance to leaf fungal diseases in the forest-steppe conditions of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2021. 116. P. 192–202. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.2.29>.

12. Yarosh A. V., Riabchun V. K., Chetveryk O. O. Yield and resistance to leaf diseases of modern varieties of winter soft wheat under the limiting influence of biotic factors. *Henetychni resursy roslyn*. 2020. No. 27. P. 11–25. <http://genres.com.ua/assets/files/27/3.pdf>.

13. Assessing new SSR markers for utility and informativeness in genetic studies of brown rust fungi on wheat, triticale, and rye / G. Czajowski et al. *Plant Pathol.* 2021. 70. 1110–1122. <https://doi.org/10.1111/ppa.13347>.

14. Bilovus G. Ya. Influence of meteorological conditions and varietal peculiarities on development of fungal diseases winter wheat. *Balanced nature management*. 2016. No. 1. P. 76–80. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2016_1_17.

15. Biotic stresses in the anthropogenic hybrid triticale (*×Triticosecale Wittmack*): current knowledge and breeding challenges / K. Audenaert et al. *European journal of plant pathology*. 2014. 140. 615–630. <https://doi.org/10.1007/s10658-014-0498-2>.

16. Creation of the initial breeding material of soft winter wheat with a complex of economically valuable traits / L. A. Murashko et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. 18 (2). 110–117. doi.org/10.21498/2518-1017.18.2.2022.265178.

17. Development and identification of two novel wheat-rye 6R derivative lines with adult-plant resistance to powdery mildew and high-yielding potential / G. Han et al. *The Crop Journal*. Vol. 12. Issue 1. 2024. 308–313. https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.09.003.

18. Development of triticale×wheat prebreeding germplasm with loci for slow-rusting resistance / R. Skowrońska et al. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. 447. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00447.

19. Genetic diversity analysis of barley landraces and cultivars in the Shanghai region of China / Z.-W. Chen et al. *Genetics and Molecular Research*. 2012. V. 11. P. 644–650. https://doi.org/10.4238/2012.

20. Investigation of 2,4-Dihydroxylaryl-Substituted Heterocycles as Inhibitors of the Growth and Development of Biotrophic Fungal Pathogens Associated with the Most Common Cereal Diseases / K. Rząd et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2024. 25 (15), 8262; https://doi.org/10.3390/ijms25158262.

21. Kociuba W., Kramek A. Variability of yield traits and disease resistance in winter triticale genetic resources accessions. *Acta agrobotanica*. 2014. Vol. 67 (2), 2014: 67–76. https://doi.org/10.5586/aa.2014.027.

22. Long-term and rapidevolution in powdery mildew fung / S. Kusch et al. *Molecular Ecology*. 2024. 33. 1–22. https://doi.org/10.1111/mec.16909.

23. Long-term breeding progress of yield, yield-related, and disease resistance traits in five cereal crops of German variety trials / F. Laidig et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2021. 134. 3805–3827. https://doi.org/10.1007/s00122-021-03929-5.

24. Molecular identification of slow rusting resistance Lr46/Yr29 gene locus in selected triticale (×*Triticosecale* Wittmack) cultivars / R. Skowrońska et al. *Journal of Applied Genetics*. 2020. 61 (3). 359–366. https://doi.org/10.1007/s13353-020-00562-8.

25. Pathogenic and geneticdiversity of Puccinia triticina from triticale in Poland between 2012 and 2015 / G. Czajowski et al. *Plant Pathology*. 2021. 70. 2148–2164. https://doi.org/10.1111/ppa.13450.

26. Phytosanitary diseases' monitoring of breeding crops of winter cereals and limitation of their harmfulness / I. O. Shchuklina et al. International Scientific-Practical Conference “*Modern Trends of Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking*” (MTSITVW2022). BIO Web of Conferences. 2022. 53, 04006. P. 1–6. https://doi.org/10.1051/bioconf/20225304006.

27. Quantitative-genetic evaluation of resistances to five fungal diseases in a large triticale diversity panel (×*Triticosecale*) / T. Miedaner et al. *Crops*. 2022. 2 (3). 218–232. https://doi.org/10.3390/crops2030016.

28. Rapid Turnover of Effectors in Grass Powdery Mildew (*Blumeria graminis*) / F. Menardo et al. *BMC Evol. Biol.* 2017. 17. 223.

16. Creation of the initial breeding material of soft winter wheat with a complex of economically valuable traits / L. A. Murashko et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. 18 (2). 110–117. doi.org/10.21498/2518-1017.18.2.2022.265178.

17. Development and identification of two novel wheat-rye 6R derivative lines with adult-plant resistance to powdery mildew and high-yielding potential / G. Han et al. *The Crop Journal*. Vol. 12. Issue 1. 2024. 308–313. https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.09.003.

18. Development of triticale×wheat prebreeding germplasm with loci for slow-rusting resistance / R. Skowrońska et al. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. 447. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00447.

19. Genetic diversity analysis of barley landraces and cultivars in the Shanghai region of China / Z.-W. Chen et al. *Genetics and Molecular Research*. 2012. V. 11. P. 644–650. https://doi.org/10.4238/2012.

20. Investigation of 2,4-Dihydroxylaryl-Substituted Heterocycles as Inhibitors of the Growth and Development of Biotrophic Fungal Pathogens Associated with the Most Common Cereal Diseases / K. Rząd et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2024. 25 (15), 8262; https://doi.org/10.3390/ijms25158262.

21. Kociuba W., Kramek A. Variability of yield traits and disease resistance in winter triticale genetic resources accessions. *Acta agrobotanica*. 2014. Vol. 67 (2), 2014: 67–76. https://doi.org/10.5586/aa.2014.027.

22. Long-term and rapidevolution in powdery mildew fung / S. Kusch et al. *Molecular Ecology*. 2024. 33. 1–22. https://doi.org/10.1111/mec.16909.

23. Long-term breeding progress of yield, yield-related, and disease resistance traits in five cereal crops of German variety trials / F. Laidig et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2021. 134. 3805–3827. https://doi.org/10.1007/s00122-021-03929-5.

24. Molecular identification of slow rusting resistance Lr46/Yr29 gene locus in selected triticale (×*Triticosecale* Wittmack) cultivars / R. Skowrońska et al. *Journal of Applied Genetics*. 2020. 61 (3). 359–366. https://doi.org/10.1007/s13353-020-00562-8.

25. Pathogenic and geneticdiversity of Puccinia triticina from triticale in Poland between 2012 and 2015 / G. Czajowski et al. *Plant Pathology*. 2021. 70. 2148–2164. https://doi.org/10.1111/ppa.13450.

26. Phytosanitary diseases' monitoring of breeding crops of winter cereals and limitation of their harmfulness / I. O. Shchuklina et al. International Scientific-Practical Conference “*Modern Trends of Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking*” (MTSITVW2022). BIO Web of Conferences. 2022. 53, 04006. P. 1–6. https://doi.org/10.1051/bioconf/20225304006.

27. Quantitative-genetic evaluation of resistances to five fungal diseases in a large triticale diversity panel (×*Triticosecale*) / T. Miedaner et al.

<https://bmcecolevol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12862-017-1064-2>.

29. Yield reduction due to diseases and lodging and impact of input intensity on yield in variety trials in five cereal crops / F. Laidig et al. *Euphytica*. 2022. 218: 150. P. 1–29. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03094-w>.

Crops. 2022. 2 (3). 218–232. <https://doi.org/10.3390/crops2030016>.

28. Rapid Turnover of Effectors in Grass Powdery Mildew (*Blumeria graminis*) / F. Menardo et al. *BMC Evol. Biol.* 2017. 17. 223. <https://bmcecolevol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12862-017-1064-2>.

29. Yield reduction due to diseases and lodging and impact of input intensity on yield in variety trials in five cereal crops / F. Laidig et al. *Euphytica*. 2022. 218: 150. P. 1–29. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03094-w>.