

АГРОНОМІЯ

УДК 631.527.581.143:633.14

**Оцінювання резистентності до хвороб
створених зразків жита озимого****Рябовол Я.С.** , **Сліденко С.І.** 

Уманський національний університет МОН України



Рябовол Я.С. E-mail: iaroslav.riabovol@ukr.net



Рябовол Я.С., Сліденко С.І. Оцінювання резистентності до хвороб створених зразків жита озимого. «Агробіологія», 2025. № 1. С. 153–161.

Riabovol Ia., Slidenko S. Evaluation of diseases resistance of created of winter rye samples. «Agrobiology», 2025. no. 1, pp. 153–161.

Рукопис отримано: 31.03.2025 р.

Прийнято: 15.04.2025 р.

Затверджено до друку: 22.05.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-1-153-161

Перспективним напрямом селекції жита озимого є створення високопродуктивних сортів та гібридів культури з високим рівнем генетичної стійкості до хвороб і шкідників. Селекція на імунітет потребує знання генетичних механізмів резистентності. З цією метою вихідний матеріал випробовують на природному фоні агроценозу.

Метою досліджень передбачено аналіз створених зразків жита озимого за стійкістю до збудників найшкодочинніших хвороб культури, зокрема, снігової плісняви (*Microdochium nivale*), борошнистої роси (*Blumeria graminis f.sp. secalis*), бурої іржі (*Puccinia recondita*), стеблової іржі (*Puccinia graminis f.sp. secalis*), септоріозу (*Septoria tritici Rob. et Desm.*) та фузаріозу колосу (*Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichiella*).

Дослідження проводили на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету впродовж 2021–2023 років. Матеріалами слугували п'ять відселектованих ліній 1714-1, 1719-3, 1731-9, 1742-5, 1744-2, створених за внутрішньовидової гібридизації географічно віддалених форм.

Проаналізувавши створені зразки жита озимого на стійкість до збудників хвороб культури, підтверджено, що загалом наразі немає сортів і гібридів з абсолютною стійкістю, проте у процесі досліджень відселектовано та виділено низку ліній, які вирізнялись стійкістю до окремих патогенів. Матеріали доцільно використовувати донорами генів у селекції на резистентність. Зразок 1731-9 ефективно використовувати донором генів стійкості до фузаріозу колосу, зразок 1744-2 – до септоріозу. Два зразки 1742-5 і 1744-2 показали комплексну стійкість до збудників борошнистої роси, бурої і стеблової іржі. Встановлено високий рівень резистентності отриманих ліній (8–9 балів) до місцевих рас популяцій патогенів ідентифікованих хвороб. Їх долучено до селекційних програм за створення стійких вихідних форм культури.

З'ясування закономірностей успадкування комплексної стійкості до хвороб створених зразків жита озимого дасть можливість визначити донорів резистентності за селекційного процесу отримання вихідного матеріалу.

Ключові слова: жито озиме, зразок, резистентність, збудники хвороб, донор стійкості.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У сучасних умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва на врожайність і валовий збір рослинної продукції негативно впливають біотичні чинники, зокрема, низка патогенів, які спричинюють хвороби та зміну морфобіологічних процесів в організмі [1, 2]. У періоди епіфітотій продуктивність рослин істотно знижується [3]. Створення резистентних до різних рас патогенів сортів і гібридів є найефективним, науково та економічно обґрунтованим методом захисту рослин в умовах навколишнього природного середовища [4–6]. Вирощування стійких і толерантних до збудників хвороб генотипів сприятиме підвищенню продуктивності культури і зменшенню пестицидного навантаження агроценозів [7–9].

Жито (*Secale cereale* L.) – цінна хлібна культура України [10, 11]. Серед озимих зернових культур, жито характеризується високою зимо-, посухостійкістю та здатністю формувати високі врожаї на бідних піщаних ґрунтах [12, 13].

Перспективним напрямом селекції жита озимого є створення високопродуктивних сортів та гібридів культури з високим рівнем генетичної стійкості до хвороб і шкідників [14]. Найшкочочиннішими хворобами жита в Центральній і Східній Європі є снігова пліснява (*Microdochium nivale*), прикоренева гниль, зумовлена комплексом *Helgardia herpotrichoides*, *H. Acuformis* (син. *Pseudocercospora herpotrichoides* var. *herpotrichoides*, var. *acuformis*), *M. nivale* та *Fusarium spp.*, борошниста роса (*Blumeria graminis f.sp. secalis*), бура іржа (*Puccinia recondita*), стеблова іржа (*P. graminis f.sp. secalis*), плямистість листя (*Rhynchosporium secalis* та інші гриби), ріжки (*Claviceps purpurea*) і фузаріоз (FHB), спричинений грибами *M. Nivale* та різними видами *Fusarium*, а також ґрунтовий вірус мозаїки злаків (SBCMV), вірус мозаїки пшениці, що передається через ґрунт (SBWMV), вірус веретеноподібної мозаїки (WSSMV), який передається ґрунтовим грибом *Polymyxa graminis* і спричинює нові захворювання в окремих регіонах Німеччини та Польщі [15]. Для борошнистої роси та листової іржі встановлено якісну і кількісну резистентність, а для стрижневої гнилі, фітофторозу та ріжків виявлено лише кількісні варіації [16].

Селекція на імунітет потребує знання генетичних механізмів стійкості. З цією метою вихідний матеріал випробовують на природному фоні агроценозу [16, 17].

Метою досліджень передбачено аналіз створених зразків жита озимого за стійкістю до збудників найшкочочинніших хвороб культури.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету впродовж 2021–2023 років. Матеріалами слугували п'ять відселектованих ліній 1714-1, 1719-3, 1731-9, 1742-5, 1744-2, створених за внутрішньовидової гібридизації географічно віддалених форм. За стандарт використовували сорт-синтетик Хлібне.

Обліки та фенологічні спостереження рослин жита озимого здійснювали за «Методикою державної науково-технічної експертизи сортів рослин» [18].

Статистичний аналіз отриманих даних проводили за допомогою комп'ютерних програм «Excel 2010» і «Statistica 8.0».

Результати дослідження та обговорення. Впродовж селекційного процесу 2021–2023 рр. створені лінії жита озимого проаналізовано на стійкість до найшкочочинніших хвороб, зокрема, снігової плісняви (*Microdochium nivale*), борошнистої роси (*Blumeria graminis f.sp. secalis*), брурої іржі (*Puccinia recondita*), стеблової іржі (*Puccinia graminis f.sp. secalis*), септоріозу (*Septoria tritici* Rob. et Desm.) та фузаріозу колосу (*Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichiella*). Ці хвороби широко розповсюджені на посівних площах жита озимого в більшості регіонів України [14, 19].

Снігова пліснява (*Microdochium nivale*) – одна з найшкочочинніших хвороб, що виникає комплексно на посівах жита озимого. У регіоні Правобережного Лісостепу вона спостерігалась на рослинах агроценозів у 2021 і 2023 рр., і місцями – у 2022 році. Взимку 2024 р. на дослідних ділянках її не фіксували.

Значні втрати урожаю від ураження рослин спостерігаються в середньому раз на два роки [17, 20].

Чинниками, що спричиняють розвиток хвороби, є:

- перезволожений ґрунт наприкінці зими та на початку весни;
- щільний сніговий покрив впродовж тривалого проміжку часу;
- нестача калію у ґрунті;
- кислі ґрунти з високим вмістом органіки;
- висока концентрація азотних добрив, внесених восени;

- залишки рослинних решток та товстий шар відмерлих трав, що створюють сприятливі умови для розвитку патогенів;
- недостатній розвиток рослин перед вхідженням у зиму;
- недостатня аерація ґрунту [19, 20].

Не зважаючи на дослідження вчених за програмами з вивчення стійкості рослин до хвороби і створення стійких сортів, жоден сучасний сорт жита озимого не має повної стійкості до снігової плісняви. Це пояснюється тим, що збудник характеризується широким спектром рослин-живителів. Крім жита хвороба уражує низку злакових культур, зокрема пшеницю яру та озиму, ячмінь, овес, тимофіївку, гречицю, райграс, тонконіг тощо [17]. Згідно з правилом щодо розподілу імунітету серед сортів за М.І. Вавиловим доведено, що чим слабше виражена спеціалізація паразита за родами і видами рослин-живителів, тим менше шансів на добір і створення імунних сортів. Якщо гриб не пристосований до родових і видових особливостей рослини, то малоймовірно, що він буде реагувати на особливості сортів жита озимого [17, 22, 23].

Відсутність у патогена чіткої спеціалізації і добре успадкованого контролю стійкості на генетичному рівні унеможливорює одержання стійких популяцій жита озимого до хвороби. Отже, основним питанням в селекції жита на стійкість до снігової плісені є виявлення та селектування матеріалу, здатного подолати наслідки ураження в природних агроценозах. Зазвичай аналізується пасивна стійкість або толерантність, що характеризується здатністю рослини до регенерації після ураження хворобою і формування стабільного врожаю [16, 17].

Терміни прояву снігової плісняви на посівах фіксують навесні після танення снігу

у фазу розвитку ВВСН 21–25 рослин жита озимого. Кільцеві плями діаметром до 20 см можуть з'являтися у місцях де застоюється вода. Згодом вони збільшуються у розмірі та поширюються, створюючи великі білі ділянки на площі посіву. Хвороба інтенсивно прогресує в безморозну зиму за тривалого збереження снігового покриву. Снігова пліснява також може розвиватися за зимових відлиг, утворюючи міцелій хвороботворних грибів, що формують пухнастий наліт світло-сірого кольору на рослинах. Хвороба легко візуально ідентифікується за похмурої і безвітряної погоди [17, 21].

Найвищу стійкість до снігової плісняви відмічено у лінії 1744-2. Інтенсивність ураження рослин цього зразка була найменшою (табл. 1). У 2021 р. – 50,2 %, у 2022 р. – 25,8 %, у 2023 р. – 44,4 %.

Депо нижчу стійкість до хвороби зафіксовано в лінії 1742-5. Найбільшу частку уражених рослин відмічено у зразка 1731-9. За роками досліджень вона становила, відповідно, 72,2; 45,9 і 74,3 %. Інтенсивність ураження рослин сорту-стандарту Хлібне фіксували впродовж років досліджень на рівні 74,1; 45,2 та 77,6 %. Рослини зразка 1714-1 демонстрували середні показники ураження сніговою пліснявою.

Слід зазначити, що пасивна форма стійкості до снігової плісняви визначається генетичними системами, що контролюють формування щільності стеблостою на різних етапах онтогенезу [16, 17, 22]. Вирішальне значення для реалізації пасивної стійкості мають генетичні системи, що контролюють весняне відростання та індекс продуктивної кущистості. Отже, показники динаміки стеблостою є своєрідним тестом на різну стійкість до снігової плісняви, а коефіцієнт екологічної пластичності визначає ступінь цієї стійкості.

Таблиця 1 – Аналіз стійкості створених зразків жита озимого до снігової плісняви, 2021–2023 рр.

Зразок	Стійкість рослин до снігової плісняви за роками досліджень					
	2021		2022		2023	
	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості
Хлібне	74,1	4	45,2	6	77,6	3
1714-1	54,9	5	36,9	7	50,7	5
1719-3	70,5	4	44,8	6	69,7	4
1731-9	72,2	4	45,9	6	74,3	4
1742-5	52,4	5	38,2	7	49,3	5
1744-2	50,2	5	25,8	8	44,4	6
<i>НІР</i> ₀₅	2,9	–	2,8	–	3,6	–

Борошниста роса (*Blumeria graminis f.sp. secalis*) – хвороба, яка для жита вважається менш шкодочинною порівняно зі сніговою пліснявою, проте в період епіфітотій недобір урожаю диплоїдних сортів фіксують до 17 %, а тетраплоїдних форм – до 47 % [22]. На рослинах жита озимого хворобу спостерігають від фази кущення (ВВСН 21-29) до молочної стиглості (ВВСН 75-79) [17]. Вченими відмічено, що шкодочинність цієї хвороби на посівах короткостеблових форм майже вдвічі вища ніж на посівах високостеблових [17, 24]. Уражені рослини суттєво знижують озерненість колосу та масу 1000 зерен.

Вченими доведено, що донори стійкості доцільно відбирати зі створених культурних популяцій жита, оскільки дикорослі матеріали разом зі стійкістю до хвороби інтродукують в геном низку негативних ознак [17]. Встановлено, що повний імунітет до *Blumeria graminis* контролюється одним геном *Er/er* у гомозиготному стані. Домінантний стан гена *Er/er* обумовлює стійкість рослин у ранні періоди онтогенезу від сходів (ВВСН 11) до колосіння (ВВСН 51), тобто початок фази R1 [24, 25].

Оцінку матеріалу на стійкість до борошнистої роси можна проводити на природному та штучному фонах в польових умовах і на штучному фоні в теплиці.

У дослідженнях оцінку стійкості матеріалу до борошнистої роси проводили в польових умовах на природному фоні (табл. 2).

(бал стійкості 8) зафіксували у лінії 1744-2. Зразки 1714-1, 1719-3 і 1742-5 мали середній бал стійкості 7 з ураженням рослин патогенами на рівні 13,2; 13,5 та 11,7 %, відповідно.

Бура іржа (*Puccinia recondita*) – хвороба жита, що зумовлює передчасне висихання листків і призводить до зниження врожаю, якості зерна та кормової цінності зеленої маси [17, 24]. Вченими встановлено, що шкодочинність бурої іржі (*Puccinia dispersa Erikss*) на посівах жита в період епіфітотій висока. В процесі багаторічних досліджень доведено, що втрати від бурої іржі за показником 1000 зерен становлять до 33 %, а за показником маси зерна з колосу до 56 %. Сорти-популяції мають невелику концентрацію стійких генотипів (від поодиноких рослин до 5–10 %), імунних сортів і гібридів F_1 не виявлено. Стійкість чи сприйнятливість до хвороби в жита контролюється геном *Pd/pd*. Найбільшої шкодочинності бура іржа завдає короткостебловим зразкам. За сильної епіфітотії ця хвороба може повністю знищити урожай зерна. Дослідження показали, що на різних фонах зараження хворобою жита озимого, зниження врожайності короткостеблових форм сягала до 80 %. Цей показник майже втричі вищий ніж у високостеблових сортів [17, 24, 25].

У процесі апробації створених зразків встановлено, що ураженість хворобою сорту-стандарту Хлібне становила 13,5 % із середнім балом стійкості 7 (табл. 3).

Таблиця 2 – Аналіз стійкості створених зразків жита озимого до борошнистої роси, 2021–2023 рр.

Зразок	Стійкість рослин до борошнистої роси за роками досліджень							
	2021		2022		2023		Середнє за роками	
	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості
Хлібне	27,5	5	17,3	6	18,7	6	21,2	6
1714-1	17,5	6	10,3	7	12,7	7	13,5	7
1719-3	12,2	7	17,1	6	10,3	7	13,2	7
1731-9	19,5	6	24,2	5	18,1	6	20,6	6
1742-5	9,4	7	15,5	6	10,3	7	11,7	7
1744-2	8,5	8	13,4	7	8,3	8	10,1	8
<i>НІР</i> ₀₅	1,9	–	2,1	–	1,8	–	1,9	–

Середнє ураження рослин борошнистою росною за роки досліджень сорту-стандарту Хлібне становило 21,2 %, середній бал стійкості – 6. Несуттєво нижчий показник (20,6 %) ураження рослин, з аналогічним середнім балом стійкості 6, відмічено в зразка 1731-9. Найвищу стійкість до борошнистої роси із середнім показником ураження 10,1 %

Зразок 1731-9 в середньому за три роки мав аналогічний бал стійкості, проте показник ураження рослин бурю іржею був несуттєво нижчий – на рівні 11,7 %. Найнижчий відсоток ураження рослин (6,7 %) і, відповідно, найвищий бал стійкості – 8, відмічено у рослин зразка 1742-5. Неістотно вищий показник ураження був у рослин лінії 1744-2

(7,8 %). Рослини зразків 1714-1 та 1719-3 мали відсоток ураження хворобою на рівні 9,5 та 10,0 % відповідно, з балом стійкості 7.

Стеблова іржа (*Puccinia graminis f.sp. secalis*) – хвороба, що уражує більшість злакових культур, зокрема пшеницю, жито, ячмінь тощо. Шкодочинність від стеблової іржі жита озимого за показником 1000 зерен сягає 22,1 %, а масою зерна з колосу – до 35,5 %. Стійкість до стеблової іржі контролюється генами *SrA-SrM* у домінантному стані [17, 24].

Найнижчий відсоток ураження стебловою іржею відмічено в рослин зразків 1742-5 і 1744-2, на рівні 3,8 та 4,0 % відповідно (табл. 4).

Бал стійкості ліній становив 9. Вищий відсоток ураження, але з високим балом стійкості (8), зафіксовано у зразків 1719-3 (6,1 %) та 1714-1 (7 %). Найвищий відсоток уражених рослин (8,8 %) вирізняли у лінії 1731-9 з балом стійкості 7, що перевищувало ураженість рослин сорту-стандарту на 0,5 %.

Септоріоз (*Septoria tritici Rob. et Desm.*) – це хвороба, що проявляється на листках, стеблах і колосі у вигляді світло-жовтих і світло-бурих плям з темним обідком. На плямах утворюються чорні дрібні пікніди у вигляді крапок. Листки уражених рослин бліднуть, втрачають хлорофіл і повністю висихають, а стебла буріють, зморщуються і зазвичай вигинаються. Септоріоз жита призводить до формування рослинами щуплого невиповненого зерна, інколи – до безпліддя колосу. Захворювання рослин хворобою виявляють скрізь, проте найчастіше це зустрічається в районах з підвищеною вологістю. Пікноспори проростають у краплинах вологи за температури від 9 до 28 °C (оптимум 20–22 °C). Інкубаційний період хвороби від шести до дев'яти діб. Втрати врожаю становлять попередньо 30 % [17, 23, 24].

Впродовж 2021–2023 років досліджень фіксували недостатню кількість опадів, проте ознаки прояву хвороби на селекційному матеріалі ідентифікували доволі чітко (табл. 5).

Таблиця 3 – Аналіз стійкості створених зразків жита озимого до бурої іржі, 2021–2023 рр.

Зразок	Стійкість рослин до бурої іржі за роками досліджень							
	2021		2022		2023		Середнє за роками	
	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості
Хлібне	16,2	6	9,3	7	11,7	7	12,4	7
1714-1	9,4	7	9,9	7	10,6	7	10,0	7
1719-3	11,2	7	10,4	7	6,8	8	9,5	7
1731-9	14,5	6	11,8	7	8,7	7	11,7	7
1742-5	7,3	8	5,8	8	7,1	8	6,7	8
1744-2	9,3	7	6,9	8	7,3	8	7,8	8
<i>НІР</i> ₀₅	1,5	–	1,9	–	1,6	–	1,7	–

Таблиця 4 – Аналіз стійкості створених зразків жита озимого до стеблової іржі, 2021–2023 рр.

Зразок	Стійкість рослин до стеблової іржі за роками досліджень							
	2021		2022		2023		Середнє за роками	
	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості
Хлібне	11,1	7	7,0	8	6,8	8	8,3	8
1714-1	10,8	7	3,1	9	7,2	8	7,0	8
1719-3	6,4	8	5,7	8	6,1	8	6,1	8
1731-9	9,9	7	6,2	8	10,4	7	8,8	7
1742-5	5,5	8	2,5	9	3,3	9	3,8	9
1744-2	6,3	8	2,8	9	3,0	9	4,0	9
<i>НІР</i> ₀₅	1,8	–	1,4	–	1,5	–	1,6	–

Таблиця 5 – Аналіз стійкості створених зразків жита озимого до септоріозу, 2021–2023 рр.

Зразок	Стійкість рослин до септоріозу за роками досліджень							
	2021		2022		2023		Середнє за роками	
	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості
Хлібне	16,6	6	12,1	7	15,0	6	14,6	6
1714-1	11,5	7	7,0	8	9,2	7	9,2	7
1719-3	6,2	8	9,1	7	10,8	7	8,7	7
1731-9	12,3	7	14,2	6	14,1	6	13,5	6
1742-5	9,8	7	13,9	6	6,3	8	10,0	7
1744-2	6,5	8	7,1	8	6,6	8	6,7	8
<i>HIP₀₅</i>	1,3	–	1,2	–	1,5	–	1,3	–

Найвищий бал стійкості до септоріозу відмічено в лінії 1744-2. У середньому ураження рослин хворобою було на рівні 6,7 %, бал стійкості – 8. Дещо вищі показники ураження відмічено у зразків 1719-3 і 1714-1 – 8,7 і 9,2 %, відповідно, за балу стійкості – 7. Частка уражених рослин сорту-стандарту Хлібне становила 14,6 %.

Фузаріоз колосу (*Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichiella*) – хвороба, що поширена практично у всіх зонах вирощування жита, проте найбільшу шкодочинність відмічено в регіонах з теплою вологою погодою в період цвітіння–повна стиглість (ВВСН 60+). Відбувається знебарвлення і побіління колоскових лусочок на окремих колосках колосу або цілого колосу. Згодом на колоскових лусочках можна спостерігати дрібні чорні крапки, що є плодовими тілами грибів [17, 23, 24].

Виникненню хвороби сприяє низка видів грибів роду *Fusarium*. Симптоми досить

подібні між собою і візуально важко вказати, яким саме патогеном заражено агроценоз. Ідентифікувати конкретний гриб роду *Fusarium* можливо лише за лабораторного аналізу. Окремі види *Fusarium* змінюються залежно від року, погодних умов та фази ВВСН. На одній рослині можуть одночасно паразитувати кілька видів. Вченими доведено, що всі гриби роду *Fusarium* продукують мікотоксини, небезпечні для здоров'я тварин і людини. За даними FAO, на сьогодні близько 25 % світового виробництва зерна жита заражено цією хворобою.

Впродовж проведених досліджень було відмічено, що в 2021 і 2023 рр. загальна ураженість рослин жита фузаріозом на дослідних ділянках значно перевищувала показник 2022 року (табл. 6). Цьому сприяла підвищена вологість повітря в період цвітіння–повна стиглість. У 2022 р. фіксували посуху, що перешкоджала розвитку хвороби в регіоні.

Таблиця 6 – Аналіз стійкості створених зразків жита озимого до фузаріозу колоса, 2021–2023 рр.

Зразок	Стійкість рослин до фузаріозу колоса за роками досліджень							
	2021		2022		2023		Середнє за роками	
	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості	кількість уражених рослин, %	бал стійкості
Хлібне	14,4	6	1,4	8	20,2	5	12,0	6
1714-1	9,9	7	0,4	9	11,1	7	7,1	8
1719-3	10,2	7	0,9	8	12,0	7	7,7	7
1731-9	11,4	7	0,2	9	6,2	8	5,9	8
1742-5	13,8	6	0,4	9	11,7	7	8,6	7
1744-2	10,6	7	1,8	8	14,3	6	8,9	7
<i>HIP₀₅</i>	1,2	–	0,2	–	1,1	–	0,8	–

За результатами досліджень зафіксовано, що найвищу стійкість до фузаріозу колосу відмічено в зразка 1731-9 на рівні 5,9 %, з балом стійкості 8. Суттєво вищий показник ураження колосу рослин 7,7 % фіксували в лінії 1719-3, бал стійкості – 7. Істотно вищий відсоток ураження колосу відмічено у зразків 1742-5 і 1744-2 – 8,6 і 8,9 %, відповідно. Найнижчий бал стійкості до хвороби відмічено в сорту-стандарту (6) з середньою часткою ураження колосу рослин 12,0 %.

За аналізу резистентності створеного матеріалу до хвороб, виділено два зразки 1742-5 і 1744-2 з комплексною стійкістю до *Blumeria graminis f.sp. secalis*, *Puccinia recondita* і *Puccinia graminis f.sp. secalis*. Вони долучені донорами генів стійкості до селекційного процесу створення нових форм культури.

Висновки. Проаналізовано матеріали жита озимого на стійкість до низки збудників хвороб культури та підтверджено, що загалом наразі немає сортів і гібридів жита озимого з абсолютною стійкістю до найшкодочинніших хвороб, проте у процесі досліджень відселектовано та виділено низку зразків, що вирізнялись стійкістю до окремих патогенів. Їх доцільно використовувати донорами генів в селекції на резистентність. Зразок 1731-9 ефективно використовувати донором генів стійкості до фузаріозу колосу, зразок 1744-2 – до септоріозу. Два зразки 1742-5 і 1744-2 показали комплексну стійкість до збудників борошнистої роси, бурої та стеблової іржі. Встановлено високий рівень резистентності отриманих ліній (8–9 балів) до місцевих рас популяцій патогенів ідентифікованих хвороб. Їх долучено до селекційних програм за створення стійких до збудників хвороб вихідних форм культури.

Відбір зразків за допомогою маркерів може значно прискорити селекційний процес створення матеріалів жита, стійких до найшкодочинніших хвороб.

Перспективи подальших досліджень. З'ясування закономірностей успадкування комплексної стійкості до хвороб створених зразків жита озимого дасть можливість визначити донорів резистентності за селекційного процесу отримання вихідного матеріалу. Оцінку резистентності матеріалу до хвороб бажано доповнити аналізом QTL.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Каленська С.М., Токар Б.Ю., Ташева Ю.В. Управління стійкістю рослин зернових культур до вилягання. Наук. вісник НУБіП України. Агрономія. 2015. Вип. 210. Ч. 1. С. 22–30.

2. Miller T.D. Growth stages of wheat: identification and understanding improve crop management. Texas A&M AgriLife Extension SCS. 1996. Vol. 16. No 16. P. 32–40.

3. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примак та ін. Київ: Центр учб. літ., 2010. 456 с.

4. The world experience in the regulation of the land circulation / G. Kaletnik et al. European journal of sustainable development. 2020. Vol. 9. No 2. P. 557–568.

5. Energy-economic efficiency of growth of grain-crop cultures in conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine / V.A. Mazur et al. Ukrainian journal of ecology. 2018. No 8(4). P. 26–33.

6. Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П. Біологічний захист рослин. Київ: Світ, 2004. 348 с.

7. Боровик С.О. Наукові основи технології вирощування жита озимого. Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво. 2023. № 21. С. 22–28. DOI: 10.32848/agra.innov.2023.21.3.

8. Костюкевич Т. Оцінка впливу зміни клімату (RCP 8.5) на продуктивність озимого жита в Східному Лісостепу України. Modern trends in science and practice: collective monograph. California, USA. 2021. Vol. 1. P. 18–23. DOI: 10.51587/9781-7364-13302-2021-005-18-23.

9. Роль генетичного різноманіття жита озимого у створенні високоадаптивних сортів та гібридів / А.В. Ярош та ін. Генетичні ресурси рослин. Посібник українського хлібороба: науково-практичний збірник. 2015. Т. 1. С. 81–83.

10. Рябовол Я.С., Рябовол Л.О., Сліденко С.І. Оцінка створених інбредних ліній жита озимого за основними господарсько-цінними ознаками. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2024. № 1 (105). С. 112–118.

11. Черемісіна С.Г. Ринок зернових культур в Україні: аналіз сучасного стану та перспективи розвитку. Економіка АПК, 2021. № 2. С. 48–58. DOI: 10.32317/2221-1055.202102048.

12. Гончаренко А.А. Сучасні можливості покращення якості зерна жита озимого. Селекція і насінництво. 2011. № 100. С. 24–36.

13. Ключевич М.М., Гриценко О.Ю. Найпоширеніші грибні хвороби жита озимого в Поліссі України. Вісник ЖНАЕУ, 2017. № 2 (61). Т. 1. С. 50–55.

14. Occurrence of soil-borne viruses in rye and prospects for improving resistance to these viruses / U. Kastirr et al. In: Proceedings of International Symposium on Rye Breeding & Genetics. Groß Lusewitz, Germany, 2006. 34 p.

15. Carena M.J. Cereals. Handbook for plant breeding. Springer Science + Business Media. LLC, 2009. 425 p.

16. Спеціальна селекція та насінництво польових культур: навч. посіб. / М.І. Рябчун та ін. Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН України, 2010. 462 с.

17. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навч. посіб. /

за ред. В.В. Кириченка, В.П. Петренко. Харків: Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2012. 320 с.

18. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С.О. Ткачик. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 150 с.

19. Precision planting effect on winter rye yield and quality for biofuel and forage production / K. Baker et al. *Biomass and Bioenergy*. 2024. Vol 184. DOI: 10.1016/j.biombioe.2024.107219

20. Чим небезпечна снігова пліснява для газону і як з нею боротися? URL: <https://agroretail.com.ua/ua/a495081-chem-opasna-snezhnaya.html?srsId=AfmBOoq4UFegGPVeGpCSsJxPsaC5FNM7CgrRxY2PIRG5VZ-XjDNWK8YH>

21. Shanying Z., Haonan D., Fuyu S. Molecular cytogenetic analyzes of two new wheat-rye 6RL translocation lines with resistance to wheat powdery mildew. *The Crop Journal*. 2023. Vol. 11. Issue 2. P. 584–592.

22. Змієвська О.А., Єгоров Д.К. Прояв гетерозису у нових простих експериментальних гібридів (F_1) жита озимого. Селекція і насінництво. 2015. Вип. 107. С. 52–59.

23. Скорик В.В., Симоненко Н.В. Оцінка деяких ознак озимого жита (*Secale cereale*) в умовах Носівської селекційно-дослідної станції. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 58–70. URL: <http://mvis.mip.com.ua/article/view/119131>

24. Рябовол Я.С. Теоретичне обґрунтування систем гібридизації і створення вихідного матеріалу в селекції зернових культур: автореф. дис. ... д-ра наук. Умань, 2020.

25. Дицьо О.В. Перезимівля сортів жита озимого в умовах Західного Лісостепу. Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених. Львів, Оброшино, 2015. С. 14–15.

REFERENCES

1. Kalenska, S., Tokar, B., Tasheva, Y. (2015). Upravlinnja stijkistju roslyn zernovykh kul'tur do vyljagannja [Management of cereal crops resistance to sinking]. *Naukovyi visnyk NUBIP ukrainy. Ahronomiia* [Scientific herald of NULES of Ukraine. Agronomy]. Vol. 210, no. 1, pp. 22–30.

2. Miller, T.D. (1996). Growth stages of wheat: identification and understanding improve crop management. *Texas A&M AgriLife Extension SCS*. Vol. 16, no. 16, pp. 32–40.

3. Primak, I.D. (2010). Ekolohichni problemy zemlerobstva [Ecological problems of agriculture]. Kyiv, Educational Literature Center, 456 p.

4. Kaletnik, G. (2020). The world experience in the regulation of the land circulation. *European journal of sustainable development*. Vol. 9, no. 2, pp. 557–568.

5. Mazur, V.A. (2018). Energy-economic efficiency of growth of grain-crop cultures in conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian journal of ecology*. no. 8(4), pp. 26–33.

6. Brovdiy, V.M., Gulyy, V.V., Fedorenko, V.P. (2004). *Biologichniy zakhyst roslyn* [Biological protection of plants]. Kyiv, World, 348 p.

7. Borovyk, S.O. (2023). Naukovi osnovy tekhnologii vyroshchuvannya zhyta ozymoho [Scientific basis of technology for growing winter rye]. *Ahrarni innovatsii. Melioratsiia, zemlerobstvo, roslynnytstvo* [Ahrarni innovatsii. Melioratsiia, zemlerobstvo, roslynnytstvo]. no. 21, pp. 22–28. DOI: 10.32848/ahrar.innov.2023.21.3.

8. Kostiukievych, T. (2021). Otsinka vplyvu zminy klimatu (RSR 8.5) na produktyvnist ozymoho zhyta v Skhidnomu Lisostepu Ukrainy [Assessment of the impact of climate change (RCP 8.5) on the productivity of winter rye in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Modern trends in science and practice: collective monograph*. California, USA, no. 1, pp. 18–23. DOI: 10.51587/9781-7364-13302-2021-005-18-23.

9. Yarosh, A.V. (2015). Rol henetychnoho riznomanittia zhyta ozymoho u stvorenni vysokoadaptivnykh sortiv ta hibrydiv [The role of genetic diversity of winter rye in the creation of highly adaptive varieties and hybrids]. *Henetychni resursy roslyn* [Genetic resources of plants]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba: naukovo-praktychnyi zbirnyk* [Ukrainian Farmer's Handbook: A Scientific and Practical Collection]. no. 1, pp. 81–83.

10. Riabovol, Ia.S. (2024). Otsinka stvorenykh inbrednykh liniy zhyta ozymoho za osnovnymy hospodarsko-tsinnymy oznakamy [Evaluation of created inbred lines of winter rye by main economic and value characters]. *Zbirnyk naukovykh prats Uman'skoho NUS* [Collection of scientific papers of the Uman National University of Horticulture]. Uman, no. 1(105), pp. 112–118.

11. Cheremisina, S. H. (2021). Rynok zernovykh kultur v Ukraini: analiz suchasnoho stanu ta perspektyvy rozvytku [The grain market in Ukraine: analysis of the current state and development prospects]. *Ekonomika APK* [Ekononik of AIK] no. 2, pp. 48–58. DOI: 10.32317/2221-1055.202102048.

12. Goncharenko, A.A. (2011). Suchasni mozlyvosti pokrashchennia yakosti zerna zhyta ozymoho [Modern possibilities of improving the quality of winter rye grain]. *Selektsiia i nasinnnytstvo* [Breeding and seed production]. no. 100, pp. 24–36.

13. Klyuchevich, M.M., Hrytsenko, O.Yu. (2017). Naiposhyrenishi hrybni khvoroby zhyta ozymoho v Polissi Ukrainy [The most common fungal diseases of winter rye in Polissya, Ukraine]. *Biuletyn ZNAEU* [Bulletin of the ZhNAEU]. *Zhytomyr*, no. 2 (61), Vol. 1, pp. 50–55.

14. Kastirr, U., Wortmann, H., Schmiedchen, B., Rabenstein, F., Kuhne, T. (2006). Occurrence of soil-borne viruses in rye and prospects for improving resistance to these viruses. In: *Proceedings of International Symposium on Rye Breeding & Genetics*. Groß Lusewitz, Germany, 34 p.

15. Carena, M.J. (2009). *Cereals. Handbook for plant breeding*. Springer Science + Business Media. LLC, 425 p.

16. Ryabchun, N.I., Yelnikov, M.I., Zvyagin, A.F. (2010). *Spetsialna selektsiia ta nasinnnytstvo polovykh kultur: navchalnyi posibnyk* [Special selection and seed production of field crops]. Kharkiv, V.Ya. Yuryev Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, 462 p.

17. Kyrychenko, V.V., Petrenkova, V.P. (2012). Osnovy selektsii polovoykh kultur na stiikist do shkidlyvykh orhanizmiv: navchalnyi posibnyk [Fundamentals of breeding field crops for resistance to harmful organisms]. Kharkiv, V.Ya. Yuryev Institute of Plant Science, 320 p.

18. Tkachyk, S.O. (2015). Metodyka derzhavnoi naukovo-tekhnichnoi ekspertyzy sortiv rosllyn [Methodology of state scientific and technical examination of plant varieties]. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii rosllynnytstva [Methods of determining plant production quality indicators]. Vinnytsia, LLC «Nilan-LTD», 150 p.

19. Baker, K., Koduru, S., Babaei, S. (2024). Precision planting effect on winter rye yield and quality for biofuel and forage production. Biomass and Bioenergy. Vol. 184. DOI: 10.1016/j.biombioe.2024.107219

20. Chym nebezpechna snihova plisniava dlia hazonu i yak z neiu borotysia? [How is dangerous Microdochium nivale for the lawn and how to deal with it?]. Available at: <https://agroretail.com.ua/ua/a495081-chem-opasna-snezhnaya.html?srltid=Afm-BOoq4UFegGPVeGpCSsjxPsaC5FNM7CgrRxY-2PIRG5VZ-XjDNWK8YH>

21. Shanying, Z., Haonan, D., Fuyu, S. (2023). Molecular cytogenetic analyzes of two new wheat-rye 6RL translocation lines with resistance to wheat powdery mildew. The Crop Journal. Vol. 11, Issue 2, pp. 584–592.

22. Zmiievskaya, O.A., Yehorov, D.K. (2015). Projav heterozyosu u novykh prostykh eksperymentalnykh hibrydiv (F_1) zhyta ozymoho [Manifestation of heterosis in new simple experimental hybrids F_1 of winter rye]. Seleksiia i nasinnytstvo [Plant breeding and seed production]. Kharkiv, no. 107, pp. 52–59.

23. Skoryk, V.V., Symonenko, N.V. (2016). Ot-sinka deiakykh oznak ozymoho zhyta (Secale cereale) v umovakh Nosivskoi selektsiino-doslidnoi stantsii [Assessment of some traits of winter rye (Secale cereale) in the conditions of the Nosovsk breeding and research station]. Myronivskiy visnyk [Myronivskiy visnyk]. Myronivka, no. 3, pp. 58–70. Available at: <http://mvis.mip.com.ua/article/view/119131>

24. Riabovol, Ia.S. (2020). Teoretychne obgrun-tuvannia system hibrydyzatsii i stvorennia vykhidno-ho materialu v selektsii zernovykh kultur: avtoref. dys. ... d-ra nauk [Theoretical substantiation of systems of hybridization and the creation of the initial material in breeding of crops: abstract of the Dissertation of Doctor of Science]. Uman, 28 p.

25. Dytso, O.V. (2015). Perezymivlia sortiv zhy-ta ozymoho v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Over-wintering of winter rye varieties in the Western For-est- Steppe]. Aktualni problemy ahropromyslovoho vyrobnytstva Ukrainy: materialy Vseukrainskoi nau-

kovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh [Current problems of agro-industrial production in Ukraine: materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists]. Lviv, Obroshino, pp. 14–15.

Evaluation of diseases resistance of created of winter rye samples

Riabovol Ia., Slidenko S.

A promising area of winter rye breeding is the creation of highly productive varieties and hybrids with a high level of genetic resistance to diseases and pests. Breeding for immunity requires knowledge of genetic mechanisms of resistance. For this purpose, the source material is tested on the natural back-ground of agrocenoses.

The analysis of winter rye created samples in resistance to pathogens of the most harmed diseases of culture, in particular, snow mold (*Microdochium nivale*), powdery mildew (*Blumeria graminis F.sp. Secalis*), brown rust (*Puccinia recondita*), steam rust (*Puccinia graminis F.sp. Secalis*), septoria (*Septoria tritici Rob. Et Desm.*) and fusarium of the ear (*Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichiella*) were the purpose of research.

The research was conducted at the experimental areas of the Department of Genetics, Plant Breeding and Biotechnology of Uman National University during 2021–2023. The materials served as five released lines 1714-1, 1719-3, 1731-9, 1742-5, 1744-2, created by intraspecific hybridization of geographically distant forms.

Having analyzed the created forms of winter rye for resistance to pathogens of culture, it has been confirmed that there are currently no varieties and hybrids with absolute resistance, but a number of lines that have been resistant to individual pathogens have been distinguished and isolated in the study process. These materials can be used of gene donors in breeding process for resistance. It is reasonable to use the materials as gene donors in breeding for resistance. Sample 1731-9 is effectively used as a donor of resistance genes to ear fusarium, sample 1744-2 – to septoria disease. Two samples (1742-5 and 1744-2) showed complex resistance to powdery mildew, brown and stem rust pathogens. A high level of resistance of the obtained lines (8-9 points) to local races of pathogens populations of identified diseases was established. They are included in breeding programs for the creation of resistant initial forms of the crop.

Finding out the inheritance patterns of complex resistance to diseases of the created winter rye samples will allow to determine the resistance donors in the breeding process of obtaining the source material.

Key words: winter rye, sample, resistance, pathogens, resistance donor.



Copyright: Рябовол Я.С., Сліденко С.І. © 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:

Рябовол Я.С.

Сліденко С.І.

<https://orcid.org/0000-0003-4325-5313>

<https://orcid.org/0009-0006-4331-3631>

