

ІМУНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ТА СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ МИРОНІВСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ ЗА СТІЙКІСТЮ ПРОТИ ХВОРОБ

Л. А. Мурашко¹, Т. І. Муха¹, О. В. Гуменюк¹, Ю. М. Судденко¹, Н. В. Новицька², В. С. Пилипенко²

¹Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН 08853, вул. Центральна, 68, с. Центральне, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України 03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна

Актуальність. Найрадикальнішим, найперспективнішим, екологічно безпечним та економічно вигідним напрямом удосконалення інтегрованої системи захисту пшениці озимої є вирошування сортів, стійких до шкідників і збудників хвороб. Саме цей напрям дає змогу без додаткових затрат мінімізувати втрати врожаю від шкідливих організмів та зменшити енерговитрати на 25–30 %. **Мета досліджень.** Вивчити стійкість сортів пшениці озимої миронівської селекції проти хвороб на штучних інфекційних фонах їх збудників. **Методи.** Дослідження проводили у 2016–2020 рр. в умовах штучної інокуляції збудниками хвороб у польових інфекційних розсадниках відділу захисту рослин Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН у північній частині Правобережного Лісостепу. Оцінку стійкості рослин озимої пшениці проти збудників хвороб проводили в динаміці (для вивчення наростання хвороби), основною вважали оцінку в період максимального розвитку хвороб. Для борошнистої роси, септоріозу – фаза цвітіння озимої пшениці, фузаріозу, бурої іржі – фаза молочної стиглості, твердої сажки – фаза молочно-воскової стиглості, церкоспорельозу – фаза воскової стиглості. **Результати.** В середньому за роки досліджень стійкими проти борошнистої роси були сорти: Миронівська золотOVERX, Калинова, Миронівська сторічна, Господиня миронівська, МІП Валенсія, МІП Вишиванка; проти бурої іржі – Пам'яті Ремесла, Трудівниця миронівська, МІП Княжна, Грація миронівська, Вежа миронівська; проти септоріозу листя – Достаток, Мадярка, Мирхад, Березиня миронівська, Горлиця миронівська, Легенда миронівська. **Висновки.** Сорти Ясногірка, Експромт, Достаток, Мадярка, Березиня миронівська, Горлиця миронівська, Легенда миронівська, МІП Валенсія, МІП Дніпрянка, Вежа миронівська та Естафета миронівська серед 86 номерів селекції Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла проявили групову стійкість проти основних збудників хвороб.

Ключові слова: пшениця озима, сорт, штучний інфекційний фон, тверда сажка, фузаріоз колосу, кореневі гнилі, борошниста роса, бура іржа, септоріоз листя, групову стійкість

Вступ. Пшениця є найпоширенішою на планеті культурою, на долю якої припадає близько 20 % загального споживання людством. Висока врожайність пшениці має вирішальне значення для харчування людей у світі, особливо в умовах підвищення глобальної температури, що негативно впливає на виробництво польових культур [1]. Хво-

роби пшениці завдають значних збитків, щорічно позбавляючи людство 20 % або і більше врожаю в усьому світі [2, 3].

Зміни погодних умов можуть прискорити життєві цикли і посилити розширення популяцій патогенів і вірулентності, створюючи значні проблеми для формування у рослин стійкості до хвороб. Крім того, гло-

Інформація про авторів:

Мурашко Людмила Анатоліївна, науковий співробітник лаб. селекції озимої пшениці, e-mail: murashko_liudmyla@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0438-7682>

Муха Тетяна Іванівна, науковий співробітник лаб. селекції озимої пшениці, e-mail: tetanamukha@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2628-7324>

Гуменюк Олександр Володимирович, канд. с.-г. наук, завідувач лаб. селекції озимої пшениці, e-mail: alexgumenyuk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-1147-088X>

Судденко Юлія Миколаївна, канд. с.-г. наук, науковий співробітник лаб. озимої пшениці, e-mail: suddenko.j@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6586-1977>

Новицька Наталія Валеріївна, доктор с.-г. наук, доцент, професор кафедри рослинництва, e-mail: novictska@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-7645-4151>

Пилипенко Вікторія Сергіївна, канд. с.-г. наук, старший викладач кафедри рослинництва, e-mail: vpylypenko@nubip.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-5038-2404>

бальна торгівля може збільшити ймовірність швидкого поширення збудника та його адаптації до нових середовищ, що призведе до виникнення нових захворювань. Створення і використання сортів пшениці з ефективною та тривалою стійкістю до хвороб має ряд суттєвих переваг. Передусім, стійкість до хвороб стабілізує врожайність і зменшує економічні втрати, заощаджуючи гроші для виробників, які вже стикаються з серйозними проблемами через підвищення температури, більш часті та непередбачувані стихійні лиха, а також високу та зростаючу вартість ресурсів, зокрема, пестицидів [4–6]. Разом з цим, вирощування стійких до хвороб сортів може уповільнити поширення та розмноження патогенів, подовжуючи термін використання існуючих пестицидів [7]. Крім того, зростає використання консерваційного обробітку ґрунту, який є життєво важливим для здоров'я та стабілізації ґрунту, активізує поширення таких хвороб, як фузаріоз, з яким неможливо повністю боротися за допомогою фунгіцидів [8].

Фузаріоз суттєво знижує врожайність та погіршує якість зерна через зараження мікотоксинами, в тому числі трихотеченами [9]. Найбільш вірулентним видом грибів роду *Fusarium* є патоген *F. Culmorum* [10]. Він стійкий до різних погодних умов і становить серйозну загрозу для пшениці. При цьому в ЄС обмежується використання фунгіцидів та вимагається застосування біологічних методів контролю поширення грибів *Fusarium* [11]. Однією з особливостей грибів роду *Fusarium* є здатність продукувати в процесі життєдіяльності мікотоксини – вторинні метаболіти мікроскопічних грибів, які забруднюють харчові продукти та корми і є дуже небезпечними й токсичними речовинами для людей і тварин. Якщо зерно інфіковане фітопатогенними грибами, ймовірно його забруднення небезпечними для здоров'я людей і тварин метаболітами. За даними закордонних учених, за інфікування зерна до 10 % урожай, як правило, істотно не знижується, проте вміст мікотоксинів у продукції може перевищувати гранично допустимі норми [12]. При цьому харчова цінність зерна знижується на 20–25 %. Економічні втрати внаслідок забруднення рослинної сировини і кормів мікотоксинами можуть перевищувати

60 % загальних збитків через інфікування грибами [13, 14].

Мікотоксини не лише знижують цінність зібраного врожаю, а й спричиняють захворювання домашніх тварин і птиці, що зумовлює зниження продуктивних показників [15]. Мікотоксини біосинтезуються грибами роду *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Claviceps*, *Stachybotrys*, *Rhizoctonia*. Вони формуються протягом періоду росту грибів на зерні в полі, під час збирання, зберігання й після переробки в умовах, сприятливих для росту грибів. Наприклад, у південних і центральних регіонах Європи переважно поширені фузаріотоксини, які здатні спричинити гострі отруєння й суттєво знижувати продуктивність тварин. У країнах Північної Європи найнебезпечнішим контамінантом є охратоксин А, нефротоксичний і канцерогенний мікотоксин, вторинний метаболіт, що виробляється цвілевими грибами, які належать до кількох видів *Aspergillus* і *Penicillium* і при потрапленні в організм людей і тварин з їжею або кормом може шкідливо впливати на здоров'я. Утворюється він при зберіганні зерна злаків та інших продуктів рослинного походження, в Данії, наприклад, ним уражено 40 % зерна [16, 17].

Мета досліджень. Вивчити стійкість сортів пшениці озимої миронівської селекції України проти хвороб на штучних інфекційних фонах їх збудників.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в 2016–2020 рр. в умовах штучної інокуляції збудниками хвороб у польових інфекційних розсадниках відділу захисту рослин Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН у північній частині Правобережного Лісостепу. Зараження рослин пшениці озимої спорами збудника бурого іржі проводили у фазі виходу рослин в трубку за методикою Е. Е. Гешеле [18]. Для створення штучного інфекційного фону використовували синтетичну популяцію збудника, одержану з Інституту захисту рослин НААН. Накопичувачем інфекції у дослідах слугував сприйнятливий до даного збудника сорт Миронівська 10 (МІП). За програмою стійкості проти борошністої роси створювали провокаційний фон збудника, використовуючи місцеву популяцію. Накопичувачем інфекції був амери-

канський сорт Кепок (США). Штучний фон збудника церкоспорельозу створювали шляхом обприскування рослин пшениці ранньою весною у фазі куціння суспензією міцелію, для напрацювання якого використовували штами місцевої популяції збудника. Для створення штучного інфекційного фону септоріозу листя проводили обприскування рослин озимої пшениці у фазі початку виходу в трубку суспензією спор, виділених з місцевої популяції збудника. Штучний інфекційний фон твердої сажки отримували шляхом заспорення посівного матеріалу за кілька діб до сівби. Штучний інфекційний фон фузаріозу колоса одержували шляхом обприскування рослин пшениці озимої у фазі цвітіння суспензією спор, виділених з місцевої популяції збудника. Стійкість рослин проти збудника борошністої роси, септоріозу, фузаріозу, бурої іржі, церкоспорельозу, твердої сажки визначали за загальноприйнятими методиками [13, 19].

Оцінку стійкості рослин озимої пшениці проти збудників хвороб проводили в динаміці (для вивчення наростання хвороби), основною вважали оцінку в період максима-

льного розвитку хвороб. Для борошністої роси, септоріозу – фаза цвітіння озимої пшениці, фузаріозу, бурої іржі – фаза молочно-стиглості, твердої сажки – фаза молочно-воскової стиглості, церкоспорельозу – фаза воскової стиглості [20, 21].

Результати та обговорення. Для виокремлення комплексно стійкого матеріалу в 2016–2020 рр. у колекційному розсаднику, з використанням роздільних штучних інфекційних фонів збудників твердої сажки, церкоспорельозної кореневої гнилі, бурої іржі, фузаріозу колосу, септоріозу листя та провокуючого фону борошністої роси, досліджували 203 колекційні зразки пшениці озимої. У середньому за роки досліджень (2016–2020 рр.) розвиток збудника твердої сажки становив 49,3 %, фузаріозу колосу – 5,7, корневих гнилей – 26,3, борошністої роси – 18,0, бурої іржі – 14,7, септоріозу листя – 30,2 %. Найвищий розвиток збудника твердої сажки був у 2019 р. (55,1 %), фузаріозу колосу – у 2019 р. (7,4 %), корневих гнилей – у 2018 р. (37,1 %), борошністої роси у 2018 р. (33,8 %), бурої іржі у 2018 р. (29,7 %), септоріозу листя у 2016 р. (47,9 %). (рис. 1).

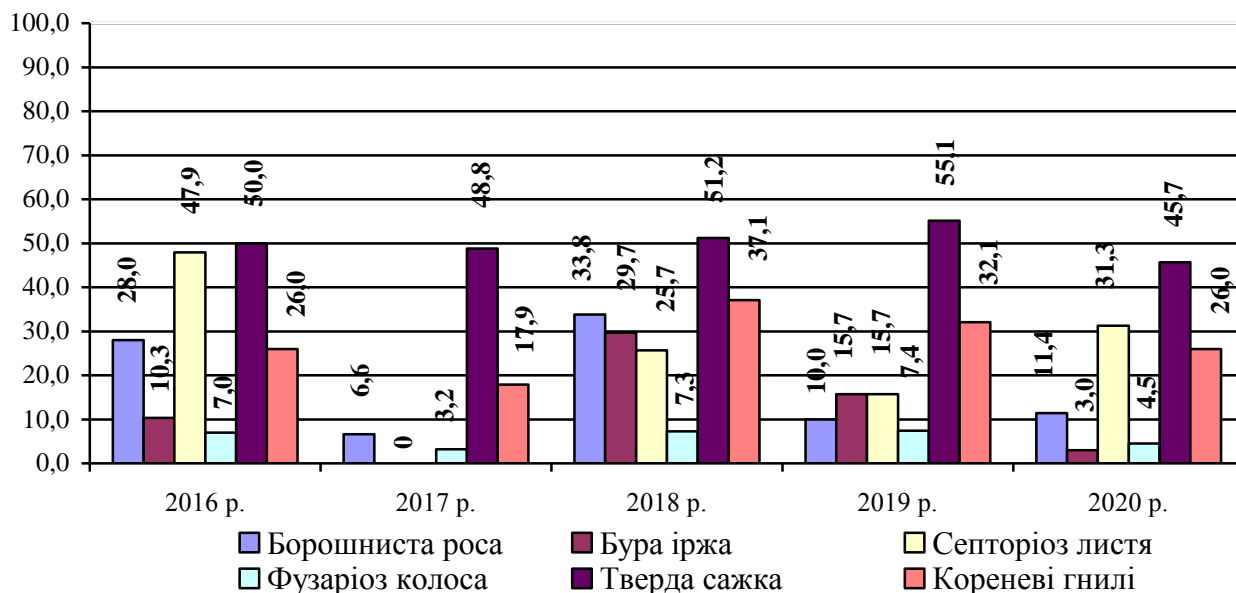


Рис. 1 Розвиток збудників основних хвороб, % (2016–2020 рр.)

У розсаднику сортів пшениці озимої миронівської селекції на штучному інфекційному фоні збудників шести хвороб вивчали 86 сортозразків. Серед них за стійкістю проти твердої сажки виділили 5 сортів (Монотип, Колумбія, Веснянка, Ясногірка, Експромт), які мали високу стійкість (1,5–5,0 %)

проти даного збудника при ураженні стандарту Polka – 50,5 % (табл. 1).

На штучному інфекційному фоні збудника фузаріозу колосу у даному розсаднику було виокремлено відносно стійких 60 сортів пшениці озимої (МІП Валенсія, МІП Княжна, Оберіг Миронівський, Горлиця миронівсь-

Таблиця 1. Інтенсивність ураження крапцх зразків пшениці озимої миронівської селекції збудниками твердої сажки, фузаріозу колосу та кореневими гнилями (середнє за 2016–2020 рр.)

Хвороби колосу	Сорт	Країна походження, установа оригінатор*	Інтенсивність ураження, %
Тверда сажка / <i>Tilletia caries</i> Tul.	<i>Polka</i> (уразливий сорт)	HUN	50,5
	Монотип	МІП	4,5
	Колумбія	ІФРiГ, МІП	4,1
	Веснянка	ІФРiГ, МІП	4,9
	Ясногірка	ІФРiГ, МІП	5,0
	Експромт	МІП	1,5
Фузаріоз колосу / <i>Fusarium graminearum</i> , <i>Fusarium sporotrichiella</i>	<i>Natula</i> (уразливий сорт)	POL	18,0
	МІП Валенсія	МІП	0,5
	МІП Княжна	МІП	1,0
	Оберіг Миронівський	МІП	1,0
	Горлиця миронівська	МІП	2,0
	Грація миронівська	МІП	1,0
	Вежа миронівська	МІП	1,0
	Дніпрянка	МІП	2,0
Кореневі гнилі	<i>Mv-Emese</i> (уразливий сорт)	HUN	36,4
	Достаток	ІФРiГ, МІП	12,6
	Господиня миронівська	МІП	18,4
	Миронівська золотоверха	МІП	20,8
	Світанок Миронівський	МІП	11,5
	Берегиня миронівська	МІП	13,7
	Легенда Миронівська	МІП	11,3
	Трудівниця миронівська	МІП	12,7
	Княжна	МІП	15,3

Примітка: * Тут і далі МІП – Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН; ІФРiГ – Інститут фізіології рослин і генетики НАН України.

ка, Грація миронівська, Вежа миронівська, МІП Дніпрянка та ін.). Вони уражувались збудником від 0,5 до 2,0 % при ураженні сприйнятливої сорту – до 18,0 %. Сортів, високостійких проти корневих гнилей, не зазначено. Середню стійкість мали сорти, Легенда Миронівська, Трудівниця миронівська, Господиня миронівська, Миронівська золотоверха, Світанок Миронівський, Берегиня миронівська, МІП Княжна.

Серед сортів селекції МІП виявлено два зразки з груповою стійкістю проти збудників фузаріозу колосу, твердої сажки та корневих гнилей (Ясногірка, Експромт). Вони мали високу стійкість проти хвороб колосу (ураження до 5,0 %) та помірну (14,0 і 16,5 %) стійкість проти корневих гнилей (табл. 2), при ураженні стандартів сприйнятливості до твердої сажки та корневих гнилей Polka – 50,5 та 22,2 % і Mv-Emese – 40,0 і 36,4 %, стандарту сприйнятливості до ком-

плексу хвороб колоса (тверда сажка, фузаріоз) та корневих гнилей *Natula* – 50,0, 18,0 та 12,7 %.

Також сорти миронівської селекції вивчали за стійкістю проти збудників листових хвороб. За роки досліджень стійкими проти борошнистої роси були сорти: Миронівська золотоверха, Калинова, Миронівська сторічна, Господиня миронівська, МІП Валенсія, МІП Вишиванка та ін.; проти бурої іржі – Пам'яті Ремесла, Трудівниця миронівська, МІП – Княжна, Грація миронівська, Вежа миронівська та ін.; проти септоріозу листя – Достаток, Мадярка, Мирхад, Берегиня миронівська, Горлиця миронівська, Легенда миронівська (табл. 3).

Стійкість проти групи листових хвороб у результаті п'ятирічних досліджень підтвердили наступні сорти селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла: Достаток, Мадярка, Берегиня миронівська

Таблиця 2. Імунологічна характеристика кращих зразків пшениці озимої миронівської селекції за груповою стійкістю проти збудників хвороб колосу та кореневих гнилей (середнє за 2016–2020 рр.)

Назва зразка	Країна походження, установа оригінатор	Ураження хворобами, %		
		тверда сажка	фузаріоз колосу	кореневі гнилі
<i>Polka (уразливий сорт)</i>	HUN	50,5	2,0	22,2
<i>Natula (уразливий сорт)</i>	POL	50,0	18,0	12,7
<i>Mv-Emese (уразливий сорт)</i>	HUN	40,0	3,0	36,4
Ясногірка	ІФРiГ, МП	5,0	3,0	14,0
Експромт	МП	1,5	1,0	16,5

Таблиця 3. Інтенсивність ураження кращих зразків пшениці озимої миронівської селекції збудниками листових хвороб (середнє за 2016–2020 рр.)

Хвороби колосу	Сорт	Країна походження, установа, оригінатор	Інтенсивність ураження, %
Борошниста роса / <i>Erysiphe graminis</i> (DC)	<i>Кепрок (уразливий сорт)</i>	США	35,0
	Миронівська золотоверха	МП, ІЗР	4,0
	Мирлебен	МП, ІФРiГ	7,6
	Калинова	МП, ІФРiГ	7,8
	Волошкова	МП, ІФРiГ	7,6
	Миронівська сторічна	МП, ІЗР	8,0
	Хазарка	ІФРiГ, МП	6,8
	Господиня миронівська	МП	7,2
	Легенда миронівська	МП	8,8
	Експромт	МП, ІФРiГ	8,6
	Валенсія	МП	6,4
	Вишиванка	МП	7,8
Бура іржа / <i>Puccinia recondita</i> f. <i>sp. tritici</i> Rob. ex Desm (<i>P. triticina</i> Erikss).	<i>Миронівська 10 (уразливий сорт)</i>	МП	34,7
	Економка	МП, ІФРiГ	4,0
	Пам'яті Ремесла	ІФРiГ, МП	6,3
	Трудівниця миронівська	МП	6,5
	Яворина	МП, ІФРiГ	7,8
	Ясногірка	ІФРiГ, МП	4,5
	МП Княжна	МП	6,5
	Грація миронівська	МП	7,5
	Вежа миронівська	МП	5,5
Септоріоз листя / <i>Septoria tritici</i> Rob. et Desm., <i>Septoria graminum</i> Desm., <i>Septoria triticola</i> Lobik.	<i>Кепрок (уразливий сорт)</i>	США	30,0
	Достаток	ІФРiГ, МП	13,8
	Мадярка	МП	10,8
	Мирхад	МП	15,0
	Берегиня миронівська	МП	13,8
	Горлиця миронівська	МП	15,0
	Легенда миронівська	МП	15,0

Горлиця миронівська, Легенда миронівська, МП Валенсія, МП Дніпрянка, Вежа миронівська та Естафета миронівська (табл. 4).

Сорти Вежа миронівська та Естафета

миронівська були високостійкими проти борошнистої роси та бурої іржі (ураження до 5,0 %), при ураженні сприйнятливих сортів Кепрок та Миронівська 10 на рівні 34,0 та

Таблиця 4. Імунологічна характеристика кращих зразків пшениці озимої миронівської селекції за груповою стійкістю проти збудників листкових хвороб (середнє за 2016–2020 рр.)

Назва зразка	Країна походження, установа, оригінатор	Інтенсивність ураження, %		
		борошніста роса	септоріоз листя	бура іржа
Кепрок (уразливий сорт)	США	35,0	30,0	21,2
Миронівська 10 (уразливий сорт)	МПП	22,5	23,0	34,7
Достаток	ІФРiГ, МПП	6,0	13,8	3,3
Мадярка	МПП	9,2	10,8	4,7
Берегиня миронівська	МПП	7,8	13,8	5,0
Горлиця миронівська	МПП	9,6	15,0	7,0
Легенда миронівська	МПП	8,8	15,0	11,5
МПП Валенсія	МПП	6,4	15,0	7,8
МПП Дніпрянка	МПП	7,5	9,5	0,5
Вежа миронівська	МПП	4,0	10,5	5,5
Естафета миронівська	МПП	4,5	10,0	0,5

40,0 % відповідно.

Висновки. Групову стійкість проти основних збудників хвороб серед 86 номерів селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН виявлено у сор-

тів: Ясногірка, Експромт, Достаток, Мадярка, Берегиня миронівська, Горлиця миронівська, Легенда миронівська, МПП Валенсія, МПП Дніпрянка, Вежа миронівська та Естафета миронівська.

Використана література

- Asseng S., Ewert F., Martre P., Rötter R. P., Lobell D. B., Cammarano D., et al. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nat. Climate Change*. 2015. № 5. P. 143–147. doi: 10.1038/nclimate2470.
- Savary S., Willocquet L. “Global patterns of cereal disease and the impacts of breeding for host plant resistance” in *Achieving durable disease resistance in cereals*. Eds. Oliver, R. P., Burleigh, D. (Cambridge, UK: Burleigh Dodds). 2021. P. 1–11.
- Savary S., Willocquet L., Pethybridge S. J., Esker P., McRoberts N., Nelson A. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat. Ecol. Evol.* 2019. № 3. P. 430–439. doi: 10.1038/s41559-018-0793-y.
- FAO. *The impact of disasters and crises on agriculture and food security*. 2021 (Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations). doi: 10.4060/cb3673en.
- Lüttringhaus S., Zetzsche H., Wittkop B., Stahl A., Ordon F., Mußhoff O. Resistance breeding increases winter wheat gross margins—an economic assessment for Germany. *Front. Agron.* 2021. № 3. doi: 10.3389/fagro.2021.730894.
- Miedaner T., Juroszek P. Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in north-western Europe. *Theor. Appl. Genet.* 2021. Vol. 134. P. 1771–1785. doi: 10.1007/s00122-021-03807-0.
- Brent K. J., Hollomon D. W., Fungicide Resistance Action Committee. *Fungicide resistance in crop pathogens: how can it be managed?* (Brussels, Belgium: Fungicide Resistance Action Committee). 2007.
- Aboukhaddour R., Fetch, T., McCallum B. D., Harding M. W., Beres B. L., Graf R. J. (2020). Wheat diseases on the prairies: A Canadian story. *Plant Pathol.* 2020. № 69. P. 418–432. doi: 10.1111/ppa.13147.
- Wachowska U., Kucharska K., Pluskota W. et al. Bacteria Associated with Winter Wheat Degrade *Fusarium* Mycotoxins and Triazole Fungicide Residues. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, Iss. 11. P. 1673. doi: 10.3390/agronomy10111673.
- Podgórska-Kryszczuk I, Solarska E, Kordowska-Wiater M. Biological Control of *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum* and *Fusarium poae* by Antagonistic Yeasts. *Pathogens*. 2022. Vol. 11, Iss. 1. P. 86. doi: 10.3390/pathogens11010086.
- Smaoui S., Agriopoulou S., D’Amore T. et al. The control of *Fusarium* rosette and decontamination of produced mycotoxins by lactic acid bacteria. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022.16.07.
- Savary S., Willocquet L., Pethybridge S. J., Esker P., McRoberts N., Nelson A. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat. Ecol. Evol.* 2019. № 3. P. 430–439. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>
- Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О. та ін. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / за ред. С. О. Трибеля. Київ: Колобiг, 2010. 392 с.
- Eskola M., Kos G., Elliott C. T., Hajšlová J., Mayar S., Krska R. Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: Validity of the widely cited ‘FAO estimate’ of 25 %. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2020. Vol. 60, Iss. 16. P. 2773–2789. doi: 10.1080/10408398.2019.1658570.
- Mavrommatis A., Giamouri E., Tavrizelou S., Zacharioudaki M., Danezis G., Simitzis P.E., Zoidis E.,

- Tsiplakou E., Pappas A.C., Georgiou C.A., Feggeros K. Impact of Mycotoxins on Animals' Oxidative Status. *Antioxidants* (Basel). 2021. Feb 1. № 10 (2). P. 214. doi: 10.3390/antiox10020214.
16. Schrenk D., Bodin, L., Chipman, J.K., Mazo J., Grasl-Kraupp B., Hogstrand C., Hoogenboom L. et al. 2020. Scientific Opinion on the risk assessment of ochratoxin A in food. *EFSA Journal*. 2020. Vol. 18, Iss. 5/6113. 150 p. doi: 10.2903/j.efsa.2020.6113.
17. Fazekas B., Tar A. K., Kovacs M. Ochratoxin A contamination of cereal grains and coffee in Hungary in the year 2001. *Acta veterinaria Hungarica*. 2002. № 50. P. 177–188. <https://doi.org/10.1556/AVet.50.2002.2.7>.
18. Гешеле Э. Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. Одесса: ВСГИ, 1971. 180 с.
19. Методика проведення фітопатологічних досліджень за штучного зараження рослин / М-во аграр. політики та продовольства України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин ; уклад. Н. В. Лешук [та ін.]. Вінниця : Корзун Д. Ю., 2016. 75 с.
20. Бабаянц Л., Мештерхази А., Вехтер Ф., Неклеса Н., Дубинина Л., Омельченко Л., Клечковская Е., Слюсаренко А., Бартош П. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ. Прага, 1988. 321 с.
21. Трибель С. О., Сигарьова Д. Д., Секун М. П., Иващенко О. О. [та ін.]. Методики випробування і застосування пестицидів / За ред. проф. С. О.Трибеля. Київ: Світ, 2001. 48 с.

References

1. Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R. P., Lobell, D. B., Cammarano, D., et al. (2015). Rising temperatures reduce global wheat production. *Nat. Climate Change*. 5. 143–147. doi: 10.1038/nclimate2470.
2. Savary, S., Willocquet, L. (2021). “Global patterns of cereal disease and the impacts of breeding for host plant resistance,” in *Achieving durable disease resistance in cereals*. Eds. Oliver, R. P., Burleigh, D. (Cambridge, UK: Burleigh Dodds), 1–11.
3. Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S. J., Esker, P., McRoberts, N., Nelson, A. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat. Ecol. Evol*. 3. 430–439. doi: 10.1038/s41559-018-0793-y.
4. FAO (2021). *The impact of disasters and crises on agriculture and food security*. Vol. 2021 (Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations). doi: 10.4060/cb3673en.
5. Lüttringhaus, S., Zetzsche, H., Wittkop, B., Stahl, A., Ordon, F., Mußhoff, O. (2021). Resistance breeding increases winter wheat gross margins—an economic assessment for Germany. *Front. Agron*. 3. doi: 10.3389/fagro.2021.730894.
6. Miedaner, T., Juroszek, P. (2021). Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in northwestern Europe. *Theor. Appl. Genet*. 134. 1771–1785. doi: 10.1007/s00122-021-03807-0.
7. Brent, K. J., Hollomon, D. W. (2007). *Fungicide resistance in crop pathogens: how can it be managed?* (Brussels, Belgium: Fungicide Resistance Action Committee).
8. Aboukhaddour, R., Fetch, T., McCallum, B. D., Harding, M. W., Beres, B. L., Graf, R. J. (2020). Wheat diseases on the prairies: A Canadian story. *Plant Pathol*. 69. 418–432. doi: 10.1111/ppa.13147.
9. Wachowska, U., Kucharska, K., Pluskota, W. et al. (2020). Bacteria Associated with Winter Wheat Degrade *Fusarium* Mycotoxins and Triazole Fungicide Residues. *Agronomy*. 10 (11). 1673. doi: 10.3390/agronomy10111673.
10. Podgórska-Kryszczuk, I., Solarska, E., Kordowska-Wiater, M. (2022). Biological Control of *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum* and *Fusarium poae* by Antagonistic Yeasts. *Pathogens*. 11 (1). 86. doi: 10.3390/pathogens11010086.
11. Smaoui, S., Agriopoulou, S., D’Amore, T. et al. (2022). The control of *Fusarium* growth and decontamination of produced mycotoxins by lactic acid bacteria. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 16.07. doi: 10.1080/10408398.2022.2087594.
12. Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S. J., Esker, P., McRoberts, N., Nelson, A. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat. Ecol. Evol*. 3. 430–439. doi: 10.1038/s41559-018-0793-y
13. Trybel, S. O., Hetman, M. V., Stryhun, O. O. et al. (2010). *Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob* [Methodology of evaluation of wheat varieties resistance against pests and pathogens of diseases]. (Trybel S. O. Red.). Kyiv: Kolobih [Kolobih]. 392 p. [in Ukrainian].
14. Eskola, M., Kos, G., Elliott, C. T., Hajšlová, J., Mayar, S. & Krska, R. (2020). Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: Validity of the widely cited ‘FAO estimate’ of 25 %. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 60 (16). 2773–2789. doi: 10.1080/10408398.2019.1658570.
15. Mavrommatis, A., Giamouri, E., Tavrizelou, S., Zacharioudaki, M., Danezis, G., Simitzis, P.E., Zoidis, E., Tsiplakou, E., Pappas, A.C., Georgiou, C.A., Feggeros, K. (2021). Impact of Mycotoxins on Animals' Oxidative Status. *Antioxidants* (Basel). Feb 1. 10 (2). 214. doi: 10.3390/antiox10020214.
16. Schrenk, D., Bodin, L., Chipman, J. K., del Mazo, J., Grasl-Kraupp, B., Hogstrand, C., Hoogenboom, L., Leblanc, J.-C., Nebbia, C. S., et al. (2020). Scientific Opinion on the risk assessment of ochratoxin A in food. *EFSA Journal*. 18. (5):6113. 150. doi: 10.2903/j.efsa.2020.6113.
17. Fazekas, B., Tar, A.K. & Kovacs, M. (2002). Ochratoxin A contamination of cereal grains and coffee in Hungary in the year 2001. *Acta veterinaria Hungarica*. 50. 177–88. doi: 10.1556/AVet.50.2002.2.7.
18. Geshele, Je. Je. (1971). *Metodicheskoe rukovodstvo po fitopatologicheskoy ocenke zernovyh kul'tur* [Methodical guide on phytopathological evaluation of grain crops]. Odessa. Izd. VSGI. 180 p. [in Russian].
19. *Metodyka provedennia fitopatolohichnykh doslidzhen za shtuchnoho zarazhennia roslyn* (2016) [Methodology of conducting phytopathological studies for artificial infection of plants] / М-во аграр. політики та

prodovolstva Ukrainy, Ukr. in-t ekspertyzy sortiv roslyn; uklad. N. V. Leshchuk [ta in.]. Vinnytsia: Korzun D. Yu. 75 p. [in Ukrainian].

20. Babayants, L. T., Meshterkhazi, A., Vekhter, F. (1988). *Metody selektsiyi i otsenki ustoychivosti pshe-nitsy i yachmenya k boleznyam v stranakh-chlenakh SEV* [Methods for breeding and assessing the re-

sistance of wheat and barley to diseases in the CMEA member countries]. Praga. 321 p. [in Russian].

21. Trybel, S. O., Siharova, D. D., Sekun, M. P., Ivashchenko, O. O. (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zas-tosuvannia pestytsydiv* [Methods of testing and appli-cation of pesticides]. (Trybel S. O. Red.). Kyiv: Svit. 48 p. [in Ukrainian].

UDC 633.1:631.526.32:631.524.86

Murashko L. A., Mukha T. I., Gumeniuk O. V., Suddenko Yu. V., Novytska N. V. Immunological characteristics of winter wheat collection samples and varieties of Myronovka selection for disease resistance.

Grain Crops. 2023. 7 (2). 365–372.

¹*The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, NAAS of Ukraine, 68 Tsentralna St., Tsentralne village, Obukhiv district, Kyiv region, 08853, Ukraine*

²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine*

Topicality. The most radical, promising, environmentally friendly and cost-effective way to improve the integrated winter wheat protection system is breeding varieties resistant to pests and pathogens. This approach allows us to minimise yield losses from pests and reduce energy consumption by 25–30 % without additional costs. **Purpose.** To study the resistance of winter wheat varieties of Myronivka selection to diseases using artificial infectious backgrounds of their causative agents. **Methods.** The research was conducted in 2016–2020 by artificial inoculation with pathogens in field infectious nurseries of the Plant Protection Department of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS in the northern part of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The assessment of the winter wheat resistance to pathogens was carried out in dynamics (the growth of the disease). The main assessment was considered to be during the period of maximum disease development: for powdery mildew, Septoria leaf spot in flowering stage of winter wheat, Fusarium head blight, brown rust in milky ripeness stage, head smut in milky-wax ripeness stage, Cercospora foot rot in waxy ripeness stage. **Results.** On average, over the years of research, the varieties resistant to powdery mildew were: Myronivska zolotoverkha, Kalynova, Myronivska storichna, Hospodynia Myronivska, MIP Valensiia, MIP Vyshyvanka; to brown rust - Pamiati Remesla, Trudivnytsia Myronivska, MIP Kniazhna, Hratsia Myronivska, Vezha Myronivska; to Septoria disease - Dostatok, Madiarka, Mirkhad, Berehynia Myronivska, Horlytsia Myronivska, Lehenda Myronivska. **Conclusions.** Among the 86 varieties of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, Yasnohirka, Ekspromt, Dostatok, Madiarka, Berehynia Myronivska, Horlytsia Myronivska, Lehenda Myronivska, MIP Valensiia, MIP Dniprianka, Vezha Myronivska and Etafeta Myronivska showed group resistance to the main pathogens.

Key words: winter wheat, variety, artificial infection background, head smut, Fusarium head blight, root rots, powdery mildew, brown rust, Septoria leaf spot, group resistance