

Створення вихідного селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої з комплексом господарсько-цінних ознак

Л. А. Мурашко¹, Т. І. Муха¹, О. В. Гуменюк¹, Ю. М. Судденко¹, Н. В. Новицька², О. М. Мартинов³

¹Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України, вул. Центральна, 68, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., 08853, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, e-mail: novitska@ukr.net

³Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Створення нового, високостійкого проти хвороб колоса та заселення шкідниками селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої для використання в селекційному процесі. **Методи.** Дослідження проводили у 2017–2020 рр. у польових інфекційних розсадниках відділу захисту рослин Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН в умовах штучної інокуляції рослин пшениці м'якої збудниками твердої сажки та фузаріозу колоса. Штучний інфекційний фон твердої сажки створювали за методом А. І. Борггарда-Анпілогова, який полягає в заспороженні посівного матеріалу за кілька днів до сівби. Штучний інфекційний фон фузаріозу колоса створювали шляхом обприскування рослин пшениці м'якої озимої у фазі цвітіння суспензією спор, виділених з місцевої популяції збудника. **Результати.** За результатами проведених досліджень виділено високостійкі (до 5% ураження колоса) проти збудника фузаріозу комбінації гібридів четвертого покоління пшениці м'якої: 'Берегиня миронівська' / 'Nobeoka bozu' мала заселення трипсами 5,2 екз./колос, а п'явицею – 35,0 екз./м² та 'Горлиця миронівська' / 'С-Lokia', заселеність трипсами якої становила 5,0 екз./колос, п'явицею – 2,0 екз./м². На штучному інфекційному фоні гібридів четвертого покоління за стійкістю проти твердої сажки відібрано комбінації схрещування 'Берегиня миронівська' / 'Горянка', 'Легенда Миронівська' / 'Нана', які вражувались твердою сажкою від 15 до 20%, а заселення трипсами було 2,8–8,6 екз./колос, п'явицею – 5,0–6,0 екз./м². Найбільші показники довжини колоса, кількості зерен у колосі та маси зерна з колоса отримали у комбінаціях 'Оберіг миронівський' / 'Maris Templer' та 'Берегиня миронівська' / 'Горянка', які створені відповідно до програм селекції пшениці м'якої озимої на стійкість проти фузаріозу колоса та твердої сажки. **Висновки.** Виділені за комплексною стійкістю проти хвороб та шкідників константні лінії пшениці м'якої озимої використовуються в селекційному процесі Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН та Національного центру генетичних ресурсів рослин України (Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва, м. Харків).

Ключові слова: джерела стійкості; фузаріоз колоса; тверда сажка; сорт; гібрид; імунологічна характеристика.

Вступ

Створення нових, екологічно пластичних та стійких до впливу найпоширеніших шкідливих організмів сортів є одним із основних напрямів збільшення врожайності культурних рослин. Добір сортів, найбільш адаптованих до певних фітосанітарних та кліматичних умов регіону, має важливе значення в селекції пшениці озимої, оскільки, за під-

рахунками вчених, внесок сорту у формування врожаю становить 30–70% [1–3].

Відомо [4], що фізіологічна роль колоса у формуванні майбутнього врожаю становить, за різними даними, 20–25%, і поступається хіба що прапорцевому листку, який займає 20% площі рослини і відповідає за 43% майбутнього врожаю. Тому захист колоса від хвороб має вирішальне значення для отримання високого та якісного врожаю зерна пшениці [5, 6].

Актуальним питанням є створення сортів пшениці озимої з високою продуктивністю та стійкістю проти фузаріозу колосу, оскільки за враженні фузаріозом погіршуються посівні, товарні та кормові якості зерна. Зокрема, згідно з даними [7], через ураження зерна пшениці фузаріозом його маса може знижуватися до 60%, а кількість зерен у колосі – до 40%, що призводить до зниження врожаю загалом. Ураження пшениці грибами роду *Fusarium* погіршує якість борошна та хліба. За даними закордонних дослідни-

Lyudmila Murashko

<https://orcid.org/0000-0002-0438-7682>

Tetyana Mukha

<https://orcid.org/0000-0002-2628-7324>

Oleksandr Humenyuk

<https://orcid.org/0000-0002-1147-088X>

Yuliia Suddenko

<https://orcid.org/0000-0001-6586-1977>

Nataliia Novytska

<https://orcid.org/0000-0002-7645-4151>

Oleksiy Martynov

<https://orcid.org/0000-0001-7680-7490>

ків [8], уміст протеїну за таких умов може знижуватися на 0,1–0,5%, сирі клейковини – з 29,2 до 14,7–22%. Крім утрати врожаю, гриби із роду *Fusarium* можуть також синтезувати токсичні компоненти, або мікотоксини, – тріхотецени групи А: Т-2 і НТ-2 токсини, діацетоксисцірпенол; тріхотецени групи В: ніваленол, дезоксиніваленол (ДОН), зеараленон, фумонізини (В1, В2, В3, В4), моніліформін, які становлять серйозний ризик для здоров'я людей і тварин [9–12].

Не менш небезпечним та поширеним захворюванням колоса пшениці є тверда сажка, селекції на стійкість проти якої тривалий час не приділяли належної уваги через високу ефективність синтетичних пестицидів для оброблення насіння. Як результат, багато європейських сортів сприйнятливі до сажки [13, 14]. Сажка є основною перешкодою для успішного вирощування органічної озимої пшениці через дуже обмежену кількість стійких сортів. Принципи органічного сільського господарства ґрунтуються на спробі сприяти розвитку корисних форм життя, а не прямому знищенні шкідливих, оскільки це завжди створює біологічний вакуум, який може бути основою для міграції інших, можливо, більш шкідливих організмів. Знищення патогенів також часто включає знищення корисних організмів, які можуть допомогти захистити рослини від патогенів [15, 16]. Таким чином, основними принципами екологічного контролювання хвороб є оптимізація умов росту для рослин, а не знищення патогенів. Цей принцип включає адекватну сівозміну, аеробне компостування гною, збалансоване живлення рослин та вирощування стійких сортів [17]. Вирощування сортів, стійких проти шкідників і збудників хвороб є найрадикальнішим, найперспективнішим, екологічно безпечним та економічно вигідним напрямом управління біо- та абіотичними стресами шляхом удосконалення інтегрованої системи захисту пшениці озимої [18]. Саме цей напрям дає змогу без додаткових затрат мінімізувати втрати врожаю від шкідливих організмів та зменшити енерговитрати на 25–30% [19–21]. Для створення високостійких до комплексу шкочинних організмів сортів пшениці озимої широко використовують методи складної внутрішньовидової гібридизації з відбором у різних поколіннях [5, 22].

Мета досліджень – створення нового, генетично різноманітного селекційного матеріалу, стійкого проти хвороб колоса (фузаріозу, твердої сажки) та шкідників для вико-

ристання в селекційному процесі за створення сучасних сортів пшениці м'якої озимої. Завдання досліджень: вивчення гібридного матеріалу F_2 та проведення добору стійких проти хвороб генотипів пшениці м'якої озимої на штучних інфекційних фонах їх збудників; проведення доборів високопродуктивних форм пшениці озимої з комплексною стійкістю проти хвороб колоса та шкідників у гібридному розсаднику F_3 на штучних інфекційних фонах їх збудників; вивчення стійкого проти хвороб колоса отриманого вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої на роздільних штучних інфекційних фонах їх збудників.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили у 2017–2020 рр. у відділу захисту рослин Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН (с. Центральне, Обухівський район, Київська область) у північній частині Правобережного Лісостепу. Штучну інокуляцію рослин пшениці м'якої озимої збудниками хвороб колоса проводили у польових інфекційних розсадниках.

У колекційному розсаднику з використанням роздільних штучних інфекційних фонів збудників твердої сажки, фузаріозу колоса та інших хвороб досліджували 203 колекційні зразки пшениці м'якої озимої, 82 сорти селекції МПП та 143 сортозразки селекції різних селекційних центрів України. Серед цих зразків були виділені зразки, які використовувались у схрещуваннях як материнські та батьківські форми для створення нового вихідного селекційного матеріалу зі стійкістю проти групи хвороб. У 2017 р. проведено схрещування з використанням найліпших джерел стійкості проти хвороб, які були використані як батьківські форми: за вивчення стійкості проти фузаріозу – 'Експромт', 'Catalon', 'Co 75-50-71', 'ТАМ 139482/79', 'Nobeoka bozu'; за інфікування збудником твердої сажки – 'Лютесценс 6028', 'Еритроспермум 4318-88', 'Еритроспермум 52521', 'Еритроспермум 1016-89', 'Нана', 'Горянка' та ін. Материнськими формами слугували стійкі проти шкідників, з високими показниками якості сорти миронівської селекції – 'Миронівська ранньостигла', 'Горлиця миронівська', 'Світанок миронівський', 'Оберіг миронівський', 'Смуглянка', 'Наталка', 'Монотип', 'Ремеслівна', 'Колос Миронівщини', 'Берегиня миронівська', 'Легенда миронівська', 'Мирлена', 'Богдана', 'Достаток'. Середня зав'язуваність у гібридних комбінаціях була 42,2%.

У 2018 р. проведено обліки з ураження збудниками хвороб колоса, відібрані форми, стійкі проти окремих хвороб та шкідників. Під урожай 2019 та 2020 років на роздільних інфекційних фонах висівали гібриди третього та четвертого поколінь для подальшого проведення доборів стійких, як проти окремих хвороб колоса, так їх комплексу, та заселення шкідниками форм. Аналіз структурних елементів урожаю проводили на 10 рослинах кожного гібрида третього і четвертого поколінь.

Штучний інфекційний фон твердої сажки створювали за методом А. І. Борггарда-Анпілогова, який полягає в заспоренні насінневого матеріалу за кілька діб до сівби [23]. Штучний інфекційний фон фузаріозу колоса створювали шляхом обприскування рослин пшениці м'якої озимої у фазі цвітіння суспензією спор, виділених з місцевої популяції збудника. Стійкість рослин пшениці м'якої озимої проти збудників хвороб колосу оцінювали в динаміці (для вивчення наростання хвороби), основною вважали оцінку в період максимального розвитку хвороб. Для фузаріозу колоса, твердої сажки – це фаза молочно-воскової стиглості. Дрібних рухливих комах, які перебувають на рослинах (цикадки, трипси, попелиці, імаго злакових мух і пильщиків), виявляли методом косіння ентомологічним сачком. На одному полі, залежно від його розмірів і чисельності виявлених комах, робили 50–100 помахів сачком у 5 або 10 місцях поля. Для розрахунку чисельності шкідників на одиницю

площі два помахи умовно прирівнювали до площі 1 м². Підрахунок шкідників, що живляться на поверхні рослин (клопи, хлібні жуки, п'явиці та ін.), проводили безпосередньо як на рослинах, так і після їх струшування з рослин в ентомологічний сачок [23–27].

Результати досліджень

У наших дослідженнях у гібридному розсаднику третього покоління на роздільних штучних інфекційних фонах проведено обліки щодо враження збудниками основних хвороб колоса (фузаріоз колоса, тверда сажка) та заселення рослин шкідниками. Відібрані форми з комплексною стійкістю проти хвороб, які, крім того, відзначались високою стійкістю проти заселення шкідниками. Необхідність відбору нових джерел комплексної стійкості під час створення нового вихідного стійкого проти хвороб та високопродуктивного селекційного матеріалу, відмічають у своїх дослідженнях різні дослідники [28–31]. На штучному інфекційному фоні фузаріозу колоса в F₃ відібрано 241 добір. У результаті досліджень виокремлено дві високостійкі комбінації гібридів третього покоління, які мали ураження збудником 3,0–5,0%. Комбінація 'Берегиня миронівська' / 'Nobeoka bozu' мала заселення трипсами 8,3 екз./колос, а п'явицею – 35,0 екз./м² та 'Горлиця миронівська' / 'С-Lokia', заселеність трипсами якої становила 5,0 екз./колос (ЕПШ 20,0–30,0 екз./колос), п'явицею – 28,0 екз./м² (ЕПШ 150,0–200,0 екз./м²) (рис. 1).

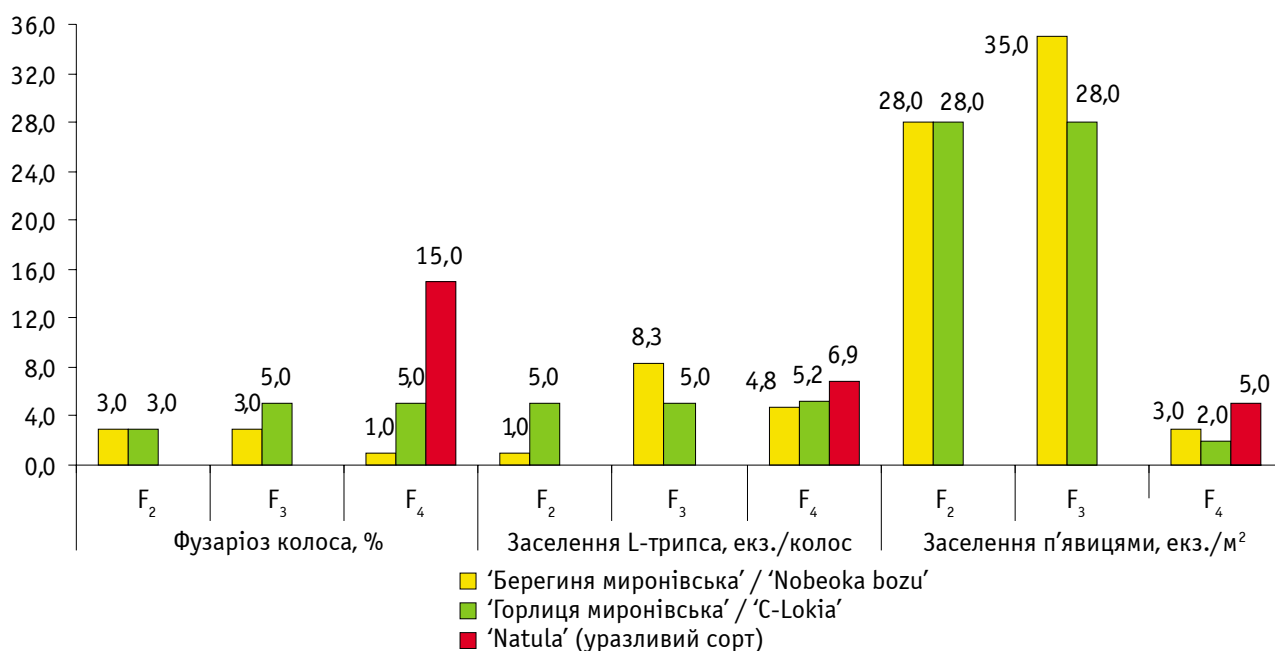


Рис. 1. Рівень ураження гібридів F₂–F₄ пшениці м'якої озимої зі стійкістю проти фузаріозу колоса та шкідників (2018–2020 рр.)

У 2020 р. на штучному інфекційному фоні фузаріозу колоса в F_4 відібрано 211 доборів. У результаті досліджень виокремлено дві комбінації, які мали враження збудником від 1,0 до 5,0%. Комбінація ‘Берегиня миронівська’ / ‘Nobeoka bozu’ мала заселення трипсами 5,2 екз./колос, а п’явицею – 35 екз./м² та ‘Горлиця миронівська’ / ‘С-Lokia’, яка заселялась трипсами на рівні 5,0 екз./колос, п’явицею – 2,0 екз./м².

У гібридному розсаднику третього покоління на штучному інфекційному фоні твердої сажки найбільшу кількість доборів (254) відібрано у таких комбінаціях: ‘Берегиня миронівська’ / ‘Горянка’, ‘Легенда миронівська’ / ‘Нана’, які вражувались твердою сажкою від 10 до 15%, а заселення личинками трипса було 8,0–8,3 екз./колос, п’явицею – 35,0 екз./м² (рис. 2).

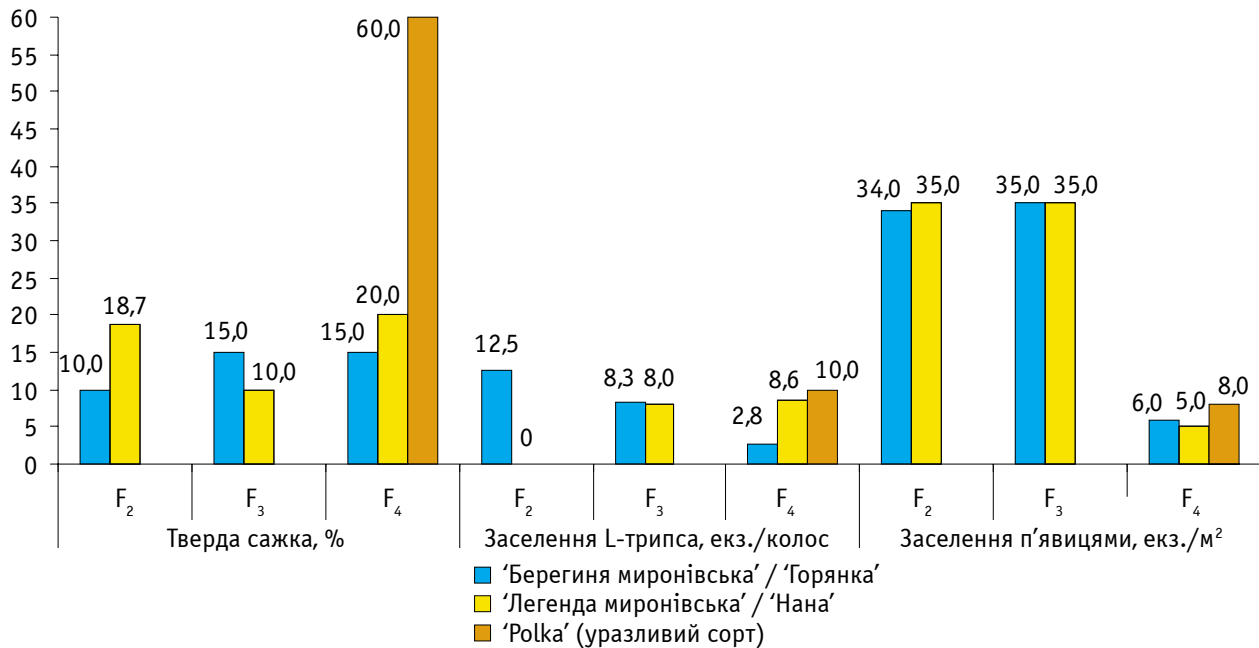


Рис. 2. Рівень ураження гібридів F_2 – F_4 пшениці м'якої озимої зі стійкістю проти твердої сажки та шкідників (2018–2020 рр.)

Сорт ‘Берегиня миронівська’, який містить алель Lr 34(+), що надає сортам стійкість, був залучений у схрещування у процесі створення хворобостійкого гібридного матеріалу четвертого покоління. У польовому інфекційному розсаднику на штучному фоні твердої сажки в комбінаціях ‘Берегиня миронівська’ / ‘Горянка’, ‘Легенда миронівська’ / ‘Нана’ відібрано 154 добори F_4 , які вражувались твердою сажкою від 15 до 20%, а заселення трипсами було 2,8–8,6 екз./колос, п’явицею – 5,0–6,0 екз./м².

Dvorjak D. S. [28] відмічає необхідність проведення раннього добору за бажаними агрономічними ознаками, оскільки селекція раннього покоління на стійкість проти фузаріозу колоса має підвищувати цінність селекційних ліній і сприяти відбору високорожайних ліній з бажаними якісними характеристиками. Проведений у наших дослідженнях серед популяцій F_3 структурний аналіз елементів продуктивності пшениці м'якої озимої дав змогу виділити низку комбінацій, які вдало поєднували стійкість

проти основних збудників хвороб та шкідників з високими структурними показниками. Висота рослин у гібридів F_3 суттєво не відрізнялась від батьківських форм, а довжина колоса, кількість колосків у колосі та маса зерен з колосу перевищували материнську та батьківську форми (табл. 1).

Слід відзначити селекційну цінність гібридних комбінацій, створених за участі сорту ‘Берегиня миронівська’. У популяції ‘Берегиня миронівська’ / ‘Nobeoka bozu’, створеної за участі джерела стійкості проти фузаріозу колоса ‘Nobeoka bozu’, виділили за трьома елементами продуктивності (довжина колоса – 9,1 см, кількість зерен у колосі – 45,7 шт., маса зерна з колоса – 2,06 г). За цими ознаками виокремили гібриди ‘Берегиня миронівська’ / ‘Горянка’, ‘Легенда миронівська’ / ‘Нана’, ‘Горлиця миронівська’ / ‘С-Lokia’. Усі гібридні комбінації третього покоління (крім ‘Колос Миронівщини’ / ‘203-238’) перевищують сорт-стандарт ‘Подільянка’ за показниками елементів продуктивності.

Елементи продуктивності гібридів та батьківських форм пшениці м'якої озимої, стійких проти хвороб колоса (2019–2020 рр.)

Батьківські форми, гібридні комбінації	Висота рослин, см		Довжина колоса, см		Кількість зерна у колосі, шт.		Маса зерен із колоса, г	
	F ₃	F ₄	F ₃	F ₄	F ₃	F ₄	F ₃	F ₄
Фузаріоз колоса								
'Natula' (уразливий сорт)	105	89	7,9	9,0	35,0	47,0	1,10	1,80
'Подольнка' (St)	100	98	7,2	7,6	29,2	47,0	1,23	1,90
♀ 'Берегиня миронівська'	95	95	7,3	7,3	30,5	30,5	1,27	1,27
'Берегиня миронівська' / 'Nobeoka bozu'	120	98	9,1	7,9	45,7	48,4	2,06	2,14
♂ 'Nobeoka bozu'	115	115	7,1	7,1	27,3	27,3	1,15	1,15
♀ 'Горлиця миронівська'	90	90	7,5	7,5	39,9	39,9	1,79	1,79
'Горлиця миронівська' / 'C-Lokia'	100	89	8,1	8,9	44,1	46,9	1,83	2,05
♂ 'C-Lokia'	95	95	8,1	8,1	36,6	36,6	1,63	1,63
Тверда сажка								
'Polka' (уразливий сорт)	95	75	6,9	9,0	33,1	38,7	1,51	1,64
♀ 'Берегиня миронівська'	95	95	7,3	7,3	30,5	30,5	1,27	1,27
'Берегиня миронівська' / 'Горянка'	95	92	8,9	9,2	44,2	53,4	1,87	2,22
♂ 'Горянка'	90	90	7,1	7,1	28,9	28,9	1,19	1,19
♀ 'Легенда миронівська'	90	90	8,3	8,3	32,3	32,3	1,45	1,45
'Легенда миронівська' / 'Нана'	85	88	8,7	8,8	35,5	48,7	1,58	1,90
♂ 'Нана'	80	80	7,9	7,9	31,7	31,7	1,33	1,33
NIP _{0,05}	2,2	5,9	0,5	0,5	5,1	5,9	0,22	0,26

Висота рослин гібридів F₄, які виділились за стійкістю проти хвороб колоса та шкідників, суттєво не відрізнялась від батьківських форм, а довжина колоса, кількість колосків у колосі та маса зерен з колоса перевищували материнські та батьківські форми. Зокрема, найбільшу довжину колоса, кількість зерен у колосі та масу зерна з колоса отримали у комбінаціях 'Оберіг Миронівський' / 'Maris Tempier' (9,2 см, 58,4 шт. та 2,49 г відповідно) та 'Берегиня миронівська' / 'Горянка' (9,2 см, 53,4 шт. та 2,22 г відповідно), які створено за програмами селекції пшениці м'якої озимої на стійкість проти фузаріозу колоса та твердої сажки. Поєднання ознак комплексної стійкості проти хвороб колоса, високорослості та високопродуктивного колоса в гібридних комбінаціях пшениці відзначено в дослідженнях Steiner et al. [29], які зазначали взаємозв'язок

між висотою рослини та стійкістю проти фузаріозу колоса, наголошуючи, що чим коротші рослини, тим серйознішими є наслідки поширення хвороби.

За результатами вивчення константних ліній пшениці м'якої озимої із селекційного розсадника до Національного центру генетичних ресурсів рослин України (Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, м. Харків) у 2018 р. передали 11 хворобостійких ліній, у 2019 р. – 9. Отриманий вихідний селекційний матеріал, який виділювався за стійкістю проти хвороб та шкідників, передано в лабораторію селекції пшениці м'якої озимої для подальшого використання у селекційному процесі. Імунологічну характеристику дев'яти ліній пшениці м'якої озимої за стійкістю проти збудників хвороб колоса та кореневих гнилей, переданих до НЦГРРУ у 2019 р., наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Імунологічна характеристика ліній пшениці м'якої озимої, переданих до НЦГРРУ, за стійкістю проти збудників хвороб колоса (2020 р.)

Назва лінії, сорту	Ураження хворобами, %			
	фузаріоз колоса	кореневі гнилі	борошнеста роса	тверда сажка
Фузаріоз колоса				
'Natula' (уразливий сорт)	10,0	38,0	5,0	60,0
'Подольнка' (St)	15,0	34,0	3,0	70,0
'Лютесценс F.g. 163/19'	5,0	0	1,0	0
'Еритроспермум F.g. 164/19'	1,0	0	5,0	0
'Еритроспермум F.g. 166/19'	3,0	0	3,0	0
Тверда сажка				
'Polka' (уразливий сорт)	5,0	37,3	5,0	70,0
'Еритроспермум Т.с. 193/19'	0	0	2,0	3,0
'Еритроспермум Т.с. 195/19'	0	0	2,0	5,0

Ці лінії проходять подальше дослідження на стійкість проти збудників хвороб на полях НЦГРРУ.

Висновки

За результатами проведених досліджень виділено високостійкі (до 5% ураження колоса) проти збудника фузаріозу колоса комбінації гібридів четвертого покоління, зокрема 'Берегиня миронівська' / 'Nobeoka bozu', заселення трипсами якої не перевищувало 5,2 екз./колос, п'явицею – 35,0 екз./м² та 'Горлиця миронівська' / 'С-Lokia', яка заселялась трипсами – 5,0 екз./колос, п'явицею – 2,0 екз./м². На штучному інфекційному фоні гібридів четвертого покоління за стійкістю проти твердої сажки відібрано комбінації схрещування 'Берегиня миронівська' / 'Горянка', 'Легенда миронівська' / 'Нана', які вражувались твердою сажкою від 15 до 20%, а заселення трипсами було 2,8–8,6 екз./колос, п'явицею – 5,0–6,0 екз./м². Найвищі показники довжини колоса, кількості зерен у колосі та маси зерна з колоса отримали в комбінаціях 'Оберіг миронівський' / 'Maris Templer' та 'Берегиня миронівська' / 'Горянка', які створені за програмами селекції пшениці м'якої озимої на стійкість проти фузаріозу колоса та твердої сажки.

Використана література

- Петренко В. П., Звягінцева, А. М., Чугаєв С. В. Стійкість зернових колосових (пшениці озимої, ячменю ярого) до кореневих гнилей. Харків : Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2016. 158 с.
- Kovalyshyna H., Dmytrenko Y., Tonkha O. et al. Diversity of winter common wheat varieties for resistance to leaf rust created in the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. *Potravnarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2020. Vol. 14. P. 1001–1007. doi: 10.5219/1447
- Ковалишина Г. М., Дмитренко Ю. М., Муха Т. І. Вихідний матеріал для селекції пшениці озимої на стійкість проти бурої іржі. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Т. 11, № 2. С. 13–22. doi: 10.31548/agr2020.02.013
- Tottman D. The Decimal Code for the Growth Stages of Cereals, with Illustrations. *Annals of Applied Biology*. 2008. Vol. 110, Iss. 2. P. 441–454. doi: 10.1111/j.1744-7348.1987.tb03275.x
- Zhu Z., Hao Y., Mergoum M. et al. Breeding wheat for resistance to *Fusarium* head blight in the Global North: China, USA, and Canada. *The Crop Journal*. 2019. Vol. 7, Iss. 6. P. 730–738. doi: 10.1016/j.cj.2019.06.003
- Buerstmayr M., Steiner B., Buerstmayr H. Breeding for *Fusarium* head blight resistance in wheat—Progress and challenges. *Plant Breeding*. 2020. Vol. 139, Iss. 3. P. 429–454. doi: 10.1111/pbr.12797
- McMullen M., Halley S., Schatz B. et al. Integrated strategies for *Fusarium* head blight management in the United States. *Cereal Research Communications*. 2008. Vol. 36, Iss. 6. P. 563–568. doi: 10.1556/crc.36.2008.suppl.b.45
- Bellesi F. J., Arata A. F., Martnez M. et al. Degradation of gluten proteins by *Fusarium* species and their impact on the grain quality of bread wheat. *Journal of Stored Products Research*. 2019. Vol. 83. P. 1–8. doi: 10.1016/j.jspr.2019.05.007
- Forrer H. R., Musa T., Schwab F. et al. *Fusarium* head blight control and prevention of mycotoxin contamination in wheat with botanicals and tannic acid. *Toxins (Basel)*. 2014. Vol. 6, Iss. 3. P. 830–849. doi: 10.3390/toxins6030830
- Champeil A., Fourbet J. F., Dore T., Rossignol L. Influence of cropping system on *Fusarium* head blight and mycotoxin levels in winter wheat. *Crop Protection*. 2003. Vol. 23, Iss. 6. P. 531–537. doi: 10.1016/j.cropro.2003.10.011
- Prandini A., Sigolo S., Filippi L. et al. Review of predictive models for *Fusarium* head blight and related mycotoxin contamination in wheat. *Food and Chemical Toxicology*. 2009. Vol. 47, Iss. 5. P. 927–931. doi: 10.1016/j.fct.2008.06.010
- Mavrommatis A., Giamouri E., Tavrizelou S. et al. Impact of Mycotoxins on Animals' Oxidative Status. *Antioxidants*. 2021. Vol. 10, Iss. 2. Article 214. doi: 10.3390/antiox10020214
- Dumalasoová V., Bartoš P. Resistance of winter wheat cultivars to common bunt, *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. and *T. laevis* Kühn. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2006. Vol. 113, Iss. 4. P. 159–163. doi: 10.1007/BF03356173
- Dumalasoová V., Bartoš P. Wheat reaction to common bunt in the field and in the greenhouse. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2012. Vol. 42. P. 37–41. doi: 10.17221/6229-cjgpb
- Borgen A., Davanlou M. Biological control of common bunt (*Tilletia tritici*) in organic agriculture. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2000. Vol. 107, Iss. 1. P. 74–80. doi: 10.1300/J144v03n01_14
- Koch E., Weil B., Wächter R. et al. Evaluation of selected microbial strains and commercial alternative products as seed treatments for the control of *Tilletia tritici*, *Fusarium culmorum*, *Drechslera graminea* and *D. teres*. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2006. Vol. 113, No. 4. P. 150–158. doi: 10.1007/BF03356172
- Todorovska E., Christov N., Slavov S. et al. Biotic stress resistance in wheat – Breeding and genomic selection implications. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2009. Vol. 23, Iss. 4. P. 1417–1426. doi: 10.2478/V10133-009-0006-6
- Limbalkar O. M., Meena K., Singh M., Sunilkumar V. P. Genetic improvement of wheat for biotic and abiotic stress tolerance. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018. Vol. 7, Iss. 12. P. 1962–1971. doi: 10.20546/ijcmas.2018.712.226
- Bai G., Su Z., Cai J. Wheat resistance to *Fusarium* head blight. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 2018. Vol. 40, Iss. 3. P. 336–346. doi: 10.1080/07060661.2018.1476411
- Dweba C. C., Figlan S., Shimelis H. A. et al. *Fusarium* head blight of wheat: Pathogenesis and control strategies. *Crop Protection*. 2017. Vol. 91. P. 114–122. doi: 10.1016/j.cropro.2016.10.002
- McMullen M., Bergstrom G., De Wolf E. et al. A unified effort to fight an enemy of wheat and barley: *Fusarium* head blight. *Plant Disease*. 2012. Vol. 96, Iss. 12. P. 1712–1728. doi: 10.1094/PDIS-03-12-0291-FE
- Мурашко Л. А., Муха Т. І., Ковалишина Г. М., Дмитренко Ю. М. Характеристика вихідного матеріалу, стійкого проти фузаріозу колоса та кореневих гнилей, для селекції пшениці озимої. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. Т. 12, № 4. С. 80–90. doi: 10.31548/agr2021.04.080
- Власенко В. А., Осьмачко О. М., Бакуменко О. М. Методичні рекомендації щодо виділення ліній пшениці з груповою стійкістю до хвороб, які є носіями пшенично-житніх транслокацій. Суми : ФОРП Литовченко Є. Б., 2020. 154 с.
- Методика проведення фітопатологічних досліджень за штучного зараження рослин / уклад. Н. В. Лещук та ін. Вінниця : Корзун Д. Ю., 2016. 75 с.
- Станкевич С. В., Забродіна І. В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур. Харків : ФОРП Бровін О. В., 2016. 216 с.
- Васильєв В. П., Лісовий М. П., Веселовський І. В. та ін. Довідник по захисту польових культур / за ред. В. П. Васильєва та М. П. Лісового. 2-е вид., перероб. і доп. Київ : Урожай, 1993. 224 с.

27. 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 : Колобір, 2010. 392 с.
28. Clark A., Sarti-Dvorjak D., Brown-Guedira G. et al. Identifying Rare FHB-Resistant Segregants in Intransigent Backcross and F₂ Winter Wheat Populations. *Frontiers in Microbiology*. 2016. Vol. 7. P. 1–14. doi: 10.3389/fmicb.2016.00277
29. Buerstmayr H., Buerstmayr M., Schweiger W., Steiner B. Breeding for resistance to head blight caused by *Fusarium* spp. in wheat. *CABI Reviews*. 2014. Vol. 9, Iss. 7. P. 1–13. doi: 10.1079/PAVSNR20149007
30. Oliver R. E., Cai X., Xu S. S. et al. Wheat-alien species derivatives: A novel source of resistance to *Fusarium* head blight in wheat. *Crop Science*. 2005. Vol. 45, Iss. 4. P. 1353–1360. doi: 10.2135/cropsci2004.0503
31. Li T., Zhang D., Zhou X. et al. *Fusarium* head blight resistance loci in a stratified population of wheat landraces and varieties. *Euphytica*. 2016. Vol. 207, Iss. 3. P. 551–561. doi: 10.1007/s10681-015-1539-4
32. Dvorjak D. S. *Fusarium* head blight resistance and agronomic performance in soft red winter wheat populations : Doctoral dissertation / University of Kentucky. Lexington, Kentucky, 2014. 157 p. URL: https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1038&context=psa_etds
33. Steiner B., Buerstmayr M., Michel S. et al. Breeding strategies and advances in line selection for *Fusarium* head blight resistance in wheat. *Tropical Plant Pathology*. 2017. Vol. 42, Iss. 3. P. 165–174. doi: 10.1007/s40858-017-0127-7
- with botanicals and tannic acid. *Toxins (Basel)*, 6(3), 830–849. doi: 10.3390/toxins6030830
10. Champeil, A., Fourbet, J. F., Dore, T., & Rossignol, L. (2003). Influence of cropping system on *Fusarium* head blight and mycotoxin levels in winter wheat. *Crop Protection*, 23(6), 531–537. doi: 10.1016/j.cropro.2003.10.011
11. Prandini, A., Sigolo, S., Filippi, L., Battilani, P., & Piva, G. (2009). Review of predictive models for *Fusarium* head blight and related mycotoxin contamination in wheat. *Food and Chemical Toxicology*, 47(5), 927–931. doi: 10.1016/j.fct.2008.06.010
12. Mavrommatis, A., Giamouri, E., Tavrizelou, S., Zacharioudaki, M., Danezis, G., Simitzis, P. E., ... Feggeros, K. (2021). Impact of Mycotoxins on Animals' Oxidative Status. *Antioxidants*, 10(2), Article 214. doi: 10.3390/antiox10020214
13. Dumalasoová, V., & Bartoš, P. (2006). Resistance of winter wheat cultivars to common bunt, *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. and *T. laevis* Kühn. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 113(4), 159–163. doi: 10.1007/BF03356173
14. Dumalasoová, V., & Bartoš, P. (2012). Wheat reaction to common bunt in the field and in the greenhouse. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 42, 37–41. doi: 10.17221/6229-cjgpb
15. Borgen, A., & Davanlou, M. (2000). Biological control of common bunt (*Tilletia tritici*) in organic agriculture. *Journal of Plant Production*, 3(5), 159–174. doi: 10.1300/J144v03n01_14
16. Koch, E., Weil, B., Wächter, R., Wohlleben, S., Spiess, H., & Krauthausen, H.-J. (2006). Evaluation of selected microbial strains and commercial alternative products as seed treatments for the control of *Tilletia tritici*, *Fusarium culmorum*, *Drechslera graminea* and *D. teres*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 113(4), 150–158. doi: 10.1007/BF03356172
17. Todorovska, E., Christov, N., Slavov, S., Christova, P., & Vassilev, D. (2009). Biotic stress resistance in wheat – Breeding and genomic selection implications. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23(4), 1417–1426. doi: 10.2478/V10133-009-0006-6
18. Limbalkar, O. M., Meena, K., Singh, M., & Sunilkumar, V. P. (2018). Genetic improvement of wheat for biotic and abiotic stress tolerance. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(12), 1962–1971. doi: 10.20546/ijcmas.2018.712.226
19. Bai, G., Su, Z., & Cai, J. (2018). Wheat resistance to *Fusarium* head blight. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 40(3), 336–346. doi: 10.1080/07060661.2018.1476411
20. Dweba, C. C., Figlan, S., Shimelis, H. A., Motaung, T. E., Sydenham, S., Mwadzingeni, L., & Tsiolo, T. J. (2017). *Fusarium* head blight of wheat: Pathogenesis and control strategies. *Crop Protection*, 91, 114–122. doi: 10.1016/j.cropro.2016.10.002
21. McMullen, M., Bergstrom, G., De Wolf, E., Dill-Macky, R., Hershman, D., Shaner, G., & Sanford, D. V. (2012). A unified effort to fight an enemy of wheat and barley: *Fusarium* head blight. *Plant Disease*, 96(12), 1712–1728. doi: 10.1094/PDIS-03-12-0291-FE
22. Murashko, L. A., Mukha, T. I., Kovalyshyna, H., & Dmytrenko, Yu. M. (2021). Characteristics of the source material, which resistant to ear blight of wheatgrass and root rots, for breeding of winter wheat. *Plant and Soil Science*, 12(4), 80–90. doi: 10.31548/agr2021.04.080 [In Ukrainian]
23. Vlasenko, V. A., Osmachko, O. M., & Bakumenko, O. M. (2020). *Metodychni rekomendatsii shchodo vydilennia linii pshenytsi z hrupovoiu stiikistiю do khvorob, yaki ye nosiіamy pshenychnozhytnikh translokatsii* [Methodical recommendations for the selection of wheat lines with group resistance to diseases that are the transmitters of wheat-rye translocations]. Sumy: FOP Lytovchenko E. B. [In Ukrainian]
24. Leshchuk, N. V. (Comp). (2016). *Metodyka provedennia fitopatohichnykh doslidzhen za shtuchnoho zarazhennia roslyn* [Methodology of conducting phytopathological studies for artificial infection of plants]. Vinnytsia: Korzun D. Yu. [In Ukrainian]

25. Stankevych, S. V., & Zabrodina, I. V. (2016). *Monitorynh shkidnykiv silskohospodarskykh kultur* [Monitoring of pests of agricultural crops]. Kharkiv: FOP Brovin O. V. [In Ukrainian]
26. Vasyliiev, V. V., Veselovskyi, I. V., Horbach, T. I., Dehtiarov, B. H., & Vasyliiev, V. P. (1993). *Dovidnyk po zakhystu polovykh kultur* [Handbook for protection of field crops]. V. P. Vasyliiev, M. P. Lisovyi (Eds.). Kyiv: Urozhai. [In Ukrainian]
27. Trybel, S. O., Hetman, M. V., Stryhun, O. O., Kovalyshyna, H. M., & Andriushchenko, A. V. (2010). *Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob* [Methodology of assessing wheat varieties resistance to pests and pathogens]. S. O. Trybel (Ed.). Kyiv: Kolobih. [In Ukrainian]
28. Clark, A., Sarti-Dvorjak, D., Brown-Guedira, G., Dong, Y., Baik, B.-K., & Van Sanford, D. (2016). Identifying Rare FHB-Resistant Segregants in Intransigent Backcross and F₂ Winter Wheat Populations. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1–14. doi: 10.3389/fmicb.2016.00277
29. Buerstmayr, H., Buerstmayr, M., Schweiger, W., & Steiner, B. (2014). Breeding for resistance to head blight caused by *Fusarium* spp. in wheat. *CABI Reviews*, 9(7), 1–13. doi: 10.1079/PAVSNR20149007
30. Oliver, R. E., Cai, X., Xu, S. S., Chen, X., & Stack, R. W. (2005). Wheat-alien species derivatives: A novel source of resistance to *Fusarium* head blight in wheat. *Crop Science*, 45(4), 1353–1360. doi: 10.2135/cropsci2004.0503
31. Li, T., Zhang, D., Zhou, X., Bai, G., Li, L., & Gu, S. (2016). *Fusarium* head blight resistance loci in a stratified population of wheat landraces and varieties. *Euphytica*, 207(3), 551–561. doi: 10.1007/s10681-015-1539-4
32. Dvorjak, D. S. (2014). *Fusarium head blight resistance and agronomic performance in soft red winter wheat populations* [Doctoral dissertation, University of Kentucky]. Retrieved from https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1038&context=pss_etds
33. Steiner, B., Buerstmayr, M., Michel, S., Schweiger, W., Lemmens, M., & Buerstmayr, H. (2017). Breeding strategies and advances in line selection for *Fusarium* head blight resistance in wheat. *Tropical Plant Pathology*, 42(3), 165–174. doi: 10.1007/s40858-017-0127-7

UDC 631.11.632.4

Murashko, L. A.¹, Mukha, T. I.¹, Humenyuk, O. V.¹, Suddenko, Yu. M.¹, Novytska, N. V.², & Martynov, O. M.³ (2022). Creation of the initial breeding material of soft winter wheat with a complex of economically valuable traits. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(2), 110–117. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.2.2022.265178>

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

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine, e-mail: novytska@ukr.net

³Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine

Purpose. Creation of new breeding material of soft winter wheat, highly resistant to diseases of the ear and pest colonization for use in the breeding process. **Methods.** The studies were carried out in 2017–2020 under conditions of artificial inoculation of wheat plants with pathogens of common bunt and fusariosis of the ear in field infectious nurseries of the Department of Plant Protection of the V. M. Remeslo Institute of Wheat of NAAS. An artificial infectious background of common bunt was created according to the method of A. I. Borggard-Anpilogov, which consists in contamination of seed material with spores several days before sowing. An artificial infectious background of fusarium ear blight was created by spraying soft winter wheat plants in the flowering phase with a suspension of spores isolated from the local pathogen population. **Results.** According to the results of the conducted research, highly resistant (up to 5% ear damage) combinations of hybrids of the fourth generation of soft wheat were selected against the causative agent of fusarium: ‘Berehynia Myronivska’ / ‘Nobeoka bozu’ had a thrips population of 5.2 ind./ear, and cereal leaf beetle – 35,0 ind./m² and ‘Horlytsia myronivska’ / ‘C-Lokia’, the thrips population

of which was 5.0 ind./ear, cereal leaf beetle – 2.0 ind./m². On an artificial infectious background of fourth-generation hybrids, in terms of resistance to common bunt, the crossing combinations ‘Berehynia Myronivska’ / ‘Horianka’, ‘Lehenda Myronivska’ / ‘Nana’ were selected, which were affected by common bunt from 15 to 20%, and thrips population was 2.8–8.6 ind./ear, cereal leaf beetle – 5.0–6.0 ind./m². The highest indicators of the length of the ear, the number of grains in the ear and the mass of grain from the ear were obtained in the combinations of ‘Oberih Myronivskyi’ / ‘Maris Templer’ and ‘Berehynia Myronivska’ / ‘Horianka’, which were created in accordance with the breeding programs of soft winter wheat for resistance against fusarium head blight and common bunt. **Conclusions.** The constant lines of soft winter wheat, isolated by complex resistance against diseases and pests, are used in the breeding process of the V. M. Remeslo Institute of Wheat of NAAS and the National Center of Plant Genetic Resources of Ukraine (The Plant Production Institute named after V. Ya. Yuriev, Kharkiv).

Keywords: sources of stability; *Fusarium* head blight; common bunt; variety; hybrid; immunological characteristic.

Надійшла / Received 10.05.2022
Погоджено до друку / Accepted 21.06.2022