

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
МИРОНІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПШЕНИЦІ ІМЕНІ В. М. РЕМЕСЛА

**МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЗА СТВОРЕННЯ  
СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ  
ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ, СТІЙКОГО ПРОТИ  
*FUSARIUM GRAMINEARUM***

Методичні рекомендації

Центральне, 2025

УДК: 633.11:632.485.2

Розглянуто та затверджено до друку

Вченою радою Миронівського інституту пшениці імені В.°М. Ремесла НААН  
України, протокол № 15 від 15.10.2025 року

Рецензенти:

Волощук О. П. – доктор сільськогосподарських наук, професор, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України;

Юрченко Т.В. – кандидат с.-г. наук, с. д. завідувачка відділу біотехнології, генетики і фізіології Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України.

**Авторський колектив :** Демидов О.°А., Кириленко В.°В., Гуменюк О.°В., Мурашко Л.°А., Судденко Ю. М., Муха Т. І., Близнюк Б. В., Мельниченко В. І., Замліла Н.П., Вологдіна Г.Б., Новицька Н. В. Методика оцінки за створення селекційного матеріалу пшениці озимої, стійкого проти *Fusarium graminearum*. Київ : Компринт, 2025. 35 с.

Методичні рекомендації приділені теоретичному обґрунтуванню та новому розв'язанню актуального наукового завдання за створення селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої стійкого проти *Fusarium graminearum* Schwabe в умовах центральної частини Лісостепу України.

Наукові методичні рекомендації адресовані науковцям, аспірантам, докторантам, викладачам навчальних закладів, студентам ЗВО та фахівцям агропромислових підприємств і різних форм власності.

За довідками звертатися:

Миронівський інститут пшениці імені В.°М. Ремесла НААН

Адреса: 08853, вул. Центральна 68, корп. 2, с. Центральне Обухівського району Київської області: тел. (077) –737–00–33

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗБУДНИКА <i>FUSARIUM LINK</i> .....	5
2. ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ <i>FUSARIUM LINK</i> .....	8
3. ФІТОЕКСПЕРТИЗА ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ.....	9
4. ОЦІНКА ФУЗАРІОЗНОЇ ІНФЕКЦІЇ НА ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ.....	10
4.1 Метод пророщування зерна пшениці в рулонах фільтрувального паперу для визначення інтенсивності ураження патогеном.....	10
5. ПІДГОТОВКА ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА КАРТОПЛЯНО-ГЛЮКОЗНОГО АГАРУ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ <i>FUSARIUM GRAMINEARUM</i> У ЧИСТУ КУЛЬТУРУ.....	12
5.1 Підготовка лабораторного посуду для напрацювання інокулюму....	12
6. МЕТОД ДОБОРУ СТІЙКОГО СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ЩОДО <i>FUSARIUM GRAMINEARUM</i> ЗА ПОСІВУ ЗЕРЕН НА ТВЕРДЕ ЖИВИЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ У ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ.....	13
7. СТВОРЕННЯ ШТУЧНОГО ІНФЕКЦІЙНОГО ФОНУ <i>FUSARIUM GRAMINEARUM</i> .....	16
8. СЕЛЕКЦІЯ ЗА СТІЙКІСТЮ ПРОТИ <i>FUSARIUM GRAMINEARUM</i> ...	21
8.1 Оцінювання гібридів першого покоління пшениці озимої за стійкістю проти патогена та елементами продуктивності колоса .....	21
8.2. Виявлення ступеня трансгресії у гібридних популяціях пшениці озимої за стійкістю проти <i>Fusarium graminearum</i> .....	24
8.3 Ступінь прояву трансгресії у F <sub>4</sub> за успадкуванням стійкості проти збудника <i>Fusarium graminearum</i> .....	26
8.3.1 Ступінь прояву трансгресії у сім'ях F <sub>4</sub> за успадкуванням елементів продуктивності головного колоса.....	28
ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34

## ВСТУП

В Україні добре розвинений агропродовольчий комплекс, який здатний задовольнити потреби населення в продуктах харчування, а також забезпечує провідні пропозиції країни на світових ринках деяких найважливіших агропродовольчих продуктів. Значний обсяг експорту продовольства дає змогу Україні суттєво впливати на глобальну продовольчу безпеку. Пшениця озима – це культура, яка одна з перших була культивована, займає провідну позицію у рейтингу продуктів харчування у близько 50 країнах світу, серед яких і Україна. У світовому землеробстві пшениця утримує провідні позиції (разом з кукурудзою і соєю) за площею посіву приблизно 220–230 млн га виробляючи п'яту частину продуктів рослинництва [1].

Захворювання сільськогосподарських рослин в агроценозах можуть бути зумовлені різними чинниками, втім одним із ключових вважається накопичення фітопатогенної мікробіоти в ґрунті, насінні та рослинних рештках. Провідну роль у патогенезі відіграють представники роду *Fusarium* Link, які характеризуються широким ареалом поширення, займають різні екологічні ніші і є великою, біологічно неоднорідною й екологічно пластичною групою міксоміцетів [2].

Провідними чинниками патогенності грибів цього роду є токсини широкого спектра дії. Вони здатні гальмувати проростання насіння, пригнічувати ріст і розвиток сільськогосподарських рослин, призводячи до судинних в'ялень, фузаріозу колосу та насіння, стеблових та кореневих гнилей, а також раку рослин. Вивчення токсигенних властивостей грибів роду *Fusarium* Link надає можливість глибше зрозуміти взаємовідносини між рослинами та мікробіотою ризосфери і є особливо актуальним, зважаючи на широке поширення цієї групи грибів в агроценозах.

Небезпечним також є те, що гриби роду *Fusarium* Link здатні продукувати токсини, що накопичуються та зберігаються у сільськогосподарській продукції і продуктах харчування, навіть після тривалої термічної обробки [3].

Створення стійких сортів – найбільш ефективний, економічно обґрунтований і досконалий з точки зору охорони навколишнього середовища метод захисту рослин [4]. Основою розвитку сучасного рослинництва в Україні є впровадження сортів з високою продуктивністю та стійкістю до абіо- та біотичних чинників довкілля. Для того щоб розширити генетичне різноманіття, потрібний постійний пошук надійних джерел і донорів із груповою стійкістю серед найважливіших видів пшениці та її диких родичів [5]. Головне завдання сучасної селекції полягає в тому, щоб підвищити загальну і специфічну адаптивність культурних рослин за рахунок створення сортів, які поєднують високу

потенційну продуктивність і стійкість до біотичних чинників середовища [6]. Щоб досягти успіху в створенні хворобостійких сортів, необхідно використовувати генофонд стійких форм.

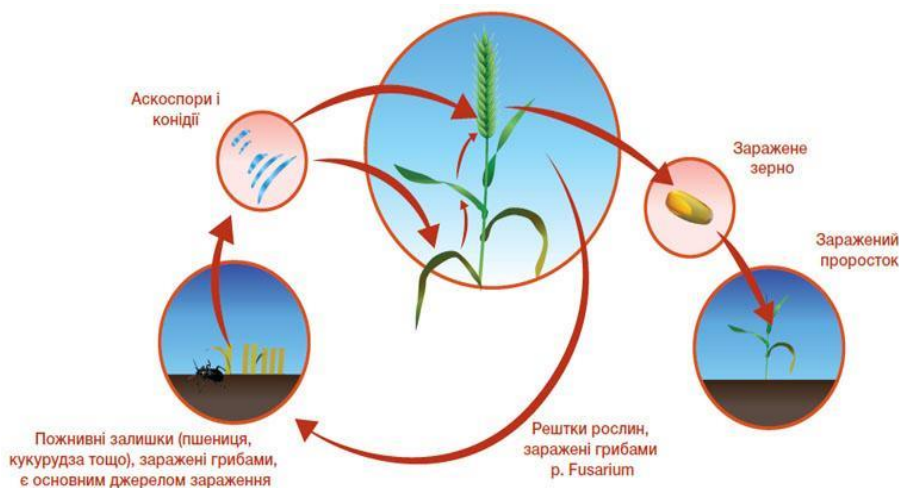
### 1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗБУДНИКА *FUSARIUM LINK*

Фузаріоз – справжня проблема світового масштабу. Це грибкове захворювання уражає різні злакові культури, зокрема пшеницю, завдаючи посівам значних збитків. Окремі види патогенного гриба, які вважаються одними з найбільш небезпечних і руйнівних, розповсюджені практично у всьому світі, в тому числі й в Україні. Серед представників роду *Fusarium* Link багато видів є екологічно пластичними, тому вони набувають широкого розповсюдження в багатьох регіонах вирощування злаків, зокрема й посушливих районах, де брак вологи припадає на вегетаційний період [7]. Так, інфекція здатна уражати практично всі частини рослини пшениці — стебло, листя та колос (рис. 1), що в кінцевому рахунку впливає на значні втрати врожаю зерна і відповідно великі збитки. Крім того, патогенні гриби *Fusarium* Link продукують небезпечні для здоров'я людей і тварин мікотоксини, які є причиною обмеження використання зараженого зерна для виробництва продуктів харчування і кормів. Тому дуже важливо захистити посіви пшениці від фузаріозу, щоб забезпечити прогнозований урожай здорового та якісного зерна [8].

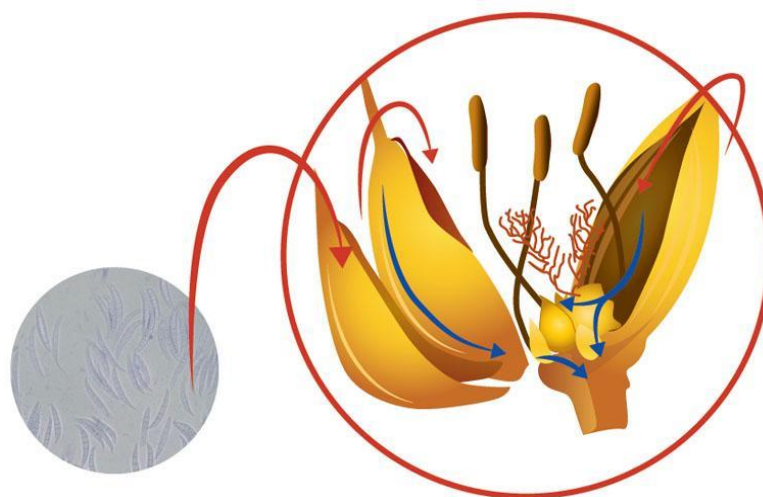


Рис. 1 Уражене колосся *Fusarium Link*

Збудники фузаріозу зимують у вигляді міцелію, аскоспор та перітеціїв на зараженому зерні та рослинних рештках. Конідії здатні поширюватися повітряним способом на великі відстані, потрапляючи на колосся пшениці та злакових трав. Аскоспори і конідії, потрапляючи на пшеничний колос у фазу цвітіння спричиняють розвиток захворювання. Конідії гриба активно проростають і проникають у різні частини колоса. (рис. 2, 3). Так виникає фузаріоз колоса озимої пшениці під назвою «п'яний хліб» [9].



**Рис. 2 Цикл розвитку грибів роду *Fusarium***



**Рис. 3 Проникнення конідій гриба в колосок у період цвітіння пшениці**

Аскоспори в переважно продукуються у відносно пізні терміни, внаслідок чого не встигають заразити колосся у поточному періоді вегетації. Однак, вони мають здатність зимувати на рослинних рештках та інфікувати рослини на наступний рік [10].

Фузаріоз зерна за багатьма характеристиками є унікальним захворюванням рослин, до того ж надзвичайно складним для дослідження. Однією з його відмінностей є

специфічна етіологія – участь у патогенному процесі декількох видів грибів роду *Fusarium* Link. Ураження рослин фузаріозами істотно погіршує посівну і харчову якість зерна, впливає на великі втрати урожаю. Фузаріоз колоса пшениці проявляється у вигляді нальоту міцелію рожево-оранжевого відтінку. При цьому на колоскових лусочках формується спораношення збудника, що спонукає прояву патогена у зерні пшениці (фузаріоз колосу) [3].

Основними симптомами ураженого зерна пшениці є: деформація зерна – воно стає щуплим, зморшкуватим із «втиснутою» глибокою борозенкою і гострими боками (рис. 4); знебарвлення поверхні зерна і втрата характерного блиску; рихлість та крихкість ендосперму; зниження скловидності зерна; поява павутиноподібного білого або рожевого нальоту міцелію гриба, а також скупчення конідій в борозенці або в зародковій частині зерна; втрата життєздатності зерна; потемніння внутрішньої частини зерна, що виявляється на зрізі [11]. Також варто не забувати, що збудник може проявляти себе у вигляді латентної інфекції, тобто без будь-яких візуальних ознак ураження.

Під час зберігання вологість такого зерна може сягати 18% і більше. Ураження фузаріозом усього колосу знижує врожай на 87 %, половини — на 76 %, третини колосу — на 44 %.



**Рис. 4 Уражене зерно збудником *Fusarium* Link**

Внаслідок фузаріозного зараження маса зерна може знизитися на 64 %, кількість зерен у колосі — на 46 %. Крім того, що фузаріоз зернових культур не лише призводить до значних втрат урожаю, а й погіршує якість кінцевої продукції: вміст протеїну в зерні пшениці, ураженому грибами роду *Fusarium* Link, менший порівняно зі здоровим на 0,1–0,5 %, вміст сирової клейковини знижується з 29,2 до 14,7–22 %. Фузаріоз впливає на фізичні, хімічні й технологічні властивості зерна: знижує натуру, погіршує склоподібність, впливає на технологічні й хімічні якості борошна [12]. Залежно від класу, допустимий вміст фузаріозних зерен: 1, 2 клас – 0,3 %; 3 клас – 0,5 %; 4 клас – 1 %. Ще однією особливістю грибів роду *Fusarium* є здатність продукувати в процесі

життєдіяльності мікотоксини – вторинні метаболіти мікроскопічних грибів, що забруднюють харчові продукти та корми і є дуже небезпечними й токсичними речовинами для людей і тварин. Вживання продуктів, уражених мікотоксинами, чинить руйнівний вплив на клітини, тканини та внутрішні органи [13].

## 2. ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ *FUSARIUM LINK*

Кліматичні умови здатні впливати на шкодочинність захворювання. Рослини пшениці найбільш уразливі для гриба *Fusarium Link* у фазу цвітіння в умовах підвищеної вологості повітря і температурі повітря 20–25 °С. Спори гриба потрапляють на колос разом із краплями дощу. Тому ризик фузаріозного зараження зростає за умов рясних опадів та теплої погоди. Вони швидше служать каталізатором процесу нфікування, однак основною причиною все ж є наявність патогенів на полі. Це означає, що чим менше інфекції на ділянці і чим вище імунітет рослин до фузаріозу, тим нижчим буде ризик ураження посівів даним захворюванням.

Важливу роль відіграє і культура, яка вирощувалася на полі до пшениці. Найгіршими з попередників є кукурудза і зернові колосові [4].

Що стосується пшениці озимої, то пізні строки сівби пізньостиглих сортів цієї культури також можуть стати причиною спалаху фузаріозу. Тому в якості профілактики краще вибирати сорти пшениці озимої ранньої групи стиглості та висівати їх згідно з рекомендованими термінами. В такому випадку рослинам є можливість уникнути небезпечного періоду, оскільки інфекція не встигне поширитися на посівах у фазу цвітіння [5].

Нерідко активізації грибів виду *Fusarium Link* сприяє мікроклімат на зразок парника, який з'являється у посівах пшениці. Він виникає в результаті підвищеної загущеності рослин в умовах більш високої вологості, особливо при надлишковому вмісті азоту в ґрунті. Мінімальна відстань між колосками в посівах, що щільно ростуть, сприяє швидкому поширенню інфекції. Якщо пшениця була висіяна після кукурудзи, не варто зловживати внесенням азоту, оскільки надлишок цього елемента в ґрунті збільшує ризик зараження рослин фузаріозом у 3–7 разів [10].

Створення стійких сортів – найбільш ефективний, економічно обґрунтований і досконалий з точки зору охорони навколишнього середовища метод захисту рослин від хвороб.

### 3. ФІТОЕКСПЕРТИЗА ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ

Понад 60% видів фітопатогенів передаються через зерно та насіння (рис. 5). Посів зараженим зерном впливає на перенесення збудників хвороб на вегетуючі рослини і тим самим створює і підтримує осередки інфекції в полі. Зараження зернового матеріалу пшениці мікрофлорою може відбуватися на різних етапах: у період вегетації; при збиранні врожаю, особливо в умовах підвищеної вологості, під час обмолоту або післязбиральної обробки зерна; в період зберігання внаслідок порушення його режиму, а також при закладанні на зберігання зерна, насіння з підвищеною вологістю.



**Рис. 5 Фітосанітарна експертиза зернового, насіннєвого матеріалу пшениці озимої**

На прояв і розвиток хвороб, які передаються через зерно, впливають зовнішні та внутрішні чинники.

Зовнішні чинники – це умови навколишнього середовища, які справляють вплив на схильність рослини-господаря до ураження патогеном, а також на їх взаємодію; температура, вологість і реакція ґрунту діють на проростання спор і закріплення інфекції у тканинах рослин, а температура й вологість повітря – на розвиток хвороби.

Внутрішні чинники – це здатність будь якого патогену спричиняти інфекцію, пов'язану з онтогенезом, його мінливістю в залежності від біотипу, раси та вірулентності.

На зерні виявлено близько 55 видів мікроорганізмів, значне однак одночасно присутня обмежена кількість видів. Мікрофлора, яка трапляється на зерні, може бути сапротрофною (пеніцил, аспергіл, мукор, альтернарія і ін.), і патогенною (сажка, гельмінтоспоріоз, фузаріоз, септоріоз та ін.). Деякі сапротрофи у певних умовах здатні переходити до паразитування й частково або повністю руйнувати зерно, змінюючи його фізичні властивості і хімічний склад. При цьому значної шкоди вони завдають у період зберігання зерна, знижуючи якість і викликаючи навіть загибель. Під час зберігання вологість такого зерна може сягати 18% і більше.

#### 4. ОЦІНКА ФУЗАРІОЗНОЇ ІНФЕКЦІЇ НА ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ

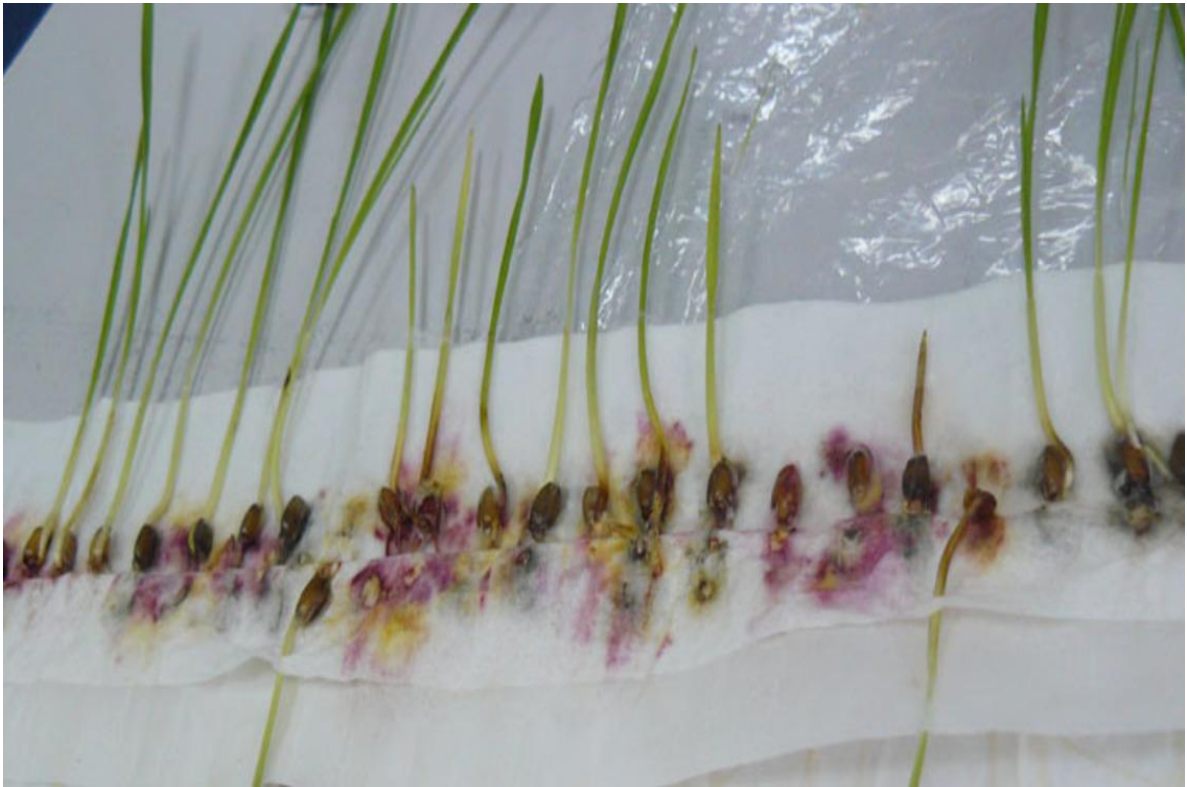
Наважку для дослідів з визначення ураження видом *Fusarium Link* брали до того, як сортозразок пройшов первинну очистку. Із загального зразка зерна відбирали пробу масою 50 г у чотирьох повтореннях (із різних місць відбору). Зі зразка вибирали всі явно фузаріозні зерна пшениці та зважували їх на аналітичних вагах. Одержану вагу зерна, ураженого фузаріозом, виражали у відсотковому відношенні до взятої маси проби (рис. 6).



**Рис. 6** Зовнішній вигляд здорового зерна пшениці та ураженого *Fusarium Link*

##### 4.1 Метод пророщування зерна пшениці в рулонах фільтрувального паперу для визначення інтенсивності ураження патогеном

Продезінфіковане зерно пшениці розкладали зародком униз на двох шарах фільтрувального паперу (20 x 100 см), змоченого стерильною водою до повного зволоження, на відстані 2–3 см від верхнього краю смуги паперу (по 100 зерен у кожному стрічку, в двох повтореннях). Накривали проби другою полоскою фільтрувального паперу, і також змочували водою до повного зволоження. Зволожені стрічки скручували в рулони і поміщали в скляні циліндри ємністю 600–700 мл, додаючи 200 мл стерильної води. Склянки розміщали в термостаті (23–25 °C) на п'ять діб, а потім ще п'ять діб витримували на світлі при кімнатній температурі. Через 10 діб рулони розкручували, підраховували схожість та обліковували ступінь розвитку патогенного збудника пророслих зерен пшениці озимої за п'ятибальною шкалою (рис. 7) [6, 12]:



**Рис. 7** Зерно пшениці озимої на фільтрувальному папері з різним ступенем ураження *Fusarium Link*

- 0 – пророщені зерна без ознак патогена і міцелію збудників;
- 1 – пророщені зерна, звичайні, на поверхні яких формується міцелій грибів;
- 2 – слабе потемніння тканин пророщених зерен у вигляді штрихів або дрібних плям;
- 3 – деформація пророщених зерен із цілісними плямами і ознаками загнивання тканин;
- 4 – загнивання і відмирання зерна під час проростання.

Ступінь ураження зерна і розвитку хвороби визначали за формулою:

$$x = \frac{\sum a b}{4n}$$

- де x – відсоток розвитку;
- a – число уражених зерен;
- b – відповідний бал ураження;
- n – загальне число зерен у досліді;
- 4 – найвищий бал ураження.

## **5. ПІДГОТОВКА ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА КАРТОПЛЯНО-ГЛЮКОЗНОГО АГАРУ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ *FUSARIUM GRAMINEARUM* У ЧИСТУ КУЛЬТУРУ**

Мікроорганізми є невід'ємним компонентом кожної екологічної системи. На відміну від методів дослідження рослин пшениці, фітопатологічні підходи мають свою специфіку, пов'язану з малими розмірами об'єкта дослідження. Без збільшувальних пристроїв побачити мікроорганізми просто неможливо, тому мікроскоп є необхідним приладом для кожної мікробіологічної лабораторії. Іншою особливістю роботи фітопатолога є те, що він працює з мікробними популяціями, а не з окремими клітинами (особинами). У лабораторних умовах популяції мікроорганізмів одержують завдяки специфічним методам культивування на спеціальних рідких або твердих середовищах [14].

Поживне середовище для виділення *Fusarium graminearum* у чисту культуру готували наступним чином: для отримання картопляно-глюкозного агару (КГА) потрібно: 200 г почищеної, порізаної картоплі, 20 г глюкози, 20 г агар-агару, 1 л дистильованої води. Картоплю варили у воді (40 хв.), відфільтрували, у фільтрат додали агар-агар та глюкозу. Отримане середовище розлили у колби та стерилізували в автоклаві при тиску 0,5 атмосфери (112 °С) 45 хвилин. Антибіотик у КГА додавали безпосередньо перед розливом у чашки Петрі, пробірки.

### **5.1 Підготовка лабораторного посуду для напрацювання інокулюму**

Посуд за використання для мікробіологічних досліджень, повинен бути не тільки стерильним, але і чистим. Використання брудного посуду може вплинути на спотворення результатів. Миття і обробка лабораторного посуду має свої особливості, які полягають в тому, що миючі засоби не повинні пошкоджувати скло і залишати сліди, що впливатимуть на ріст і розвиток мікроорганізмів. Наприклад, подряпане скло може дати тріщину при стерилізації, а залишки прального порошку – змінити зростання мікроорганізмів. Тому для миття лабораторного посуду використовували миючі засоби (наприклад, миючий засіб «А», що застосовується для миття молочних бідонів), або натуральні продукти (наприклад, гірчицю). Для обробки лабораторного посуду використовували механічні та хімічні методи. З механічних способів передбачали очищення лабораторного посуду за допомогою щіточок і скребоків різних розмірів і конфігурацій. При відсутності їх хороші результати давало застосування дрібно порізаних шматочків соломи або сіна. Хімічні методи ґрунтувалися на застосуванні різних хімічних сполук, що сприяють видаленню органічних і неорганічних речовин із внутрішньої і зовнішньої поверхні посуду.

Послідовність і технологія обробки лабораторного посуду залежить від його стану і призначення. Наприклад, миття нового посуду і посуду, який був у використанні, піпеток і предметних скелець має свої особливості.

Лабораторний посуд (чашки Петрі, пробірки, колби) мили в теплій воді, потім полоскали у дистильованій воді та висушували. Сухий посуд стерилізували сухим жаром. Перед стерилізацією пробірки і колби закривали ватними пробками, а чашки Петрі загортали в тонкий папір. Посуд прожарювали при температурі 160 °С – 1,5 години.

## **6. МЕТОД ДОБОРУ СТІЙКОГО СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ЩОДО *FUSARIUM GRAMINEARUM* ЗА ПОСІВУ ЗЕРЕН НА ТВЕРДЕ ЖИВИЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ У ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ**

Поверхнева фузаріозна інфекція – це хвороба рослин, спричинена грибами роду *Fusarium*, яка проявляється побурінням, загниванням і відмиранням поверхневих тканин рослини, зокрема кореневої системи. Це впливає на зниження стійкості, продуктивності та може спричинити зрідження посівів. Таке зерно може бути плюсклим, зморщеним, мати рожевий або білуватий наліт, а також містити небезпечні для здоров'я мікотоксини. Воно втрачає посівні якості, знижує врожайність і непридатне для використання в їжу чи на корм, оскільки токсичні речовини залишаються навіть після термічної обробки.

У лабораторних умовах установи у зразках зерна кожного гібриду визначали вид і кількість зерен із поверхневою фузаріозною інфекцією. *Дослід 1.* Для визначення внутрішньої насінневої інфекції відбирали середню пробу зерна, яку промивали проточною водою, поверхнево дезінфікували у розчині Domestos (1 : 20) (замість 0,5 % розчину  $KMnO_4$ , який раніше використовували, заміна його становить новизну методу), із наступним промиванням стерильною дистильованою водою, фламбували у полум'ї спиртівки та розкладали по 10°шт. у 10 повтореннях на розлите в чашки Петрі стерильне поживне середовище (картопляно-глюкозний агар (КГА) із додаванням у нього антибіотика протибактеріальної дії – стрептоміцин-сульфат) (рис. 8, 9).



**Рис. 8 Розміщення стерильного зерна в чашки Петрі на живильне середовище картопляно-глюкозного агару (КГА) та фіксація наявності чи відсутності макроконідій**

Чашки Петрі з зерном інкубували в термостаті при температурі 25 °С впродовж п'яти діб. Через п'ять діб кожен мікроміцет, що виділили з зернівки на поверхні поживного середовища пересівали у окрему пробірку з КГА для подальшої ідентифікації виду збудника за допомогою мікроскопа.



**Рис. 9 Розлив поживного, стерильного середовища в чашки Петрі з додаванням стрептоміцину**

*Дослід 2.* Для добору стійких зерен селекційного матеріалу проти насінневої інфекції (рис. 10, 11, 12), чашки Петрі з зерном інкубували в термостаті при температурі 25 °С до появи сходів пшениці. Види роду *Fusarium*, ідентифікували лабораторним методом під мікроскопом – МБФ 2



**Рис. 10 Міцелій і конідії збудника *Fusarium graminearum***



**Рис. 11** Розкладене зерно пшениці озимої на поживне середовище та розвиток прихованої зернової інфекції



**Рис. 12** Інокульоване зерно пшениці озимої, що проросло та характеризується високим рівнем стійкості проти збудника *Fusarium graminearum*

На сьому та чотирнадцяту добу підраховували кількість зерен – це становить новизну нашого методу добору стійких зерен проти насінневої інфекції (рис. 13).

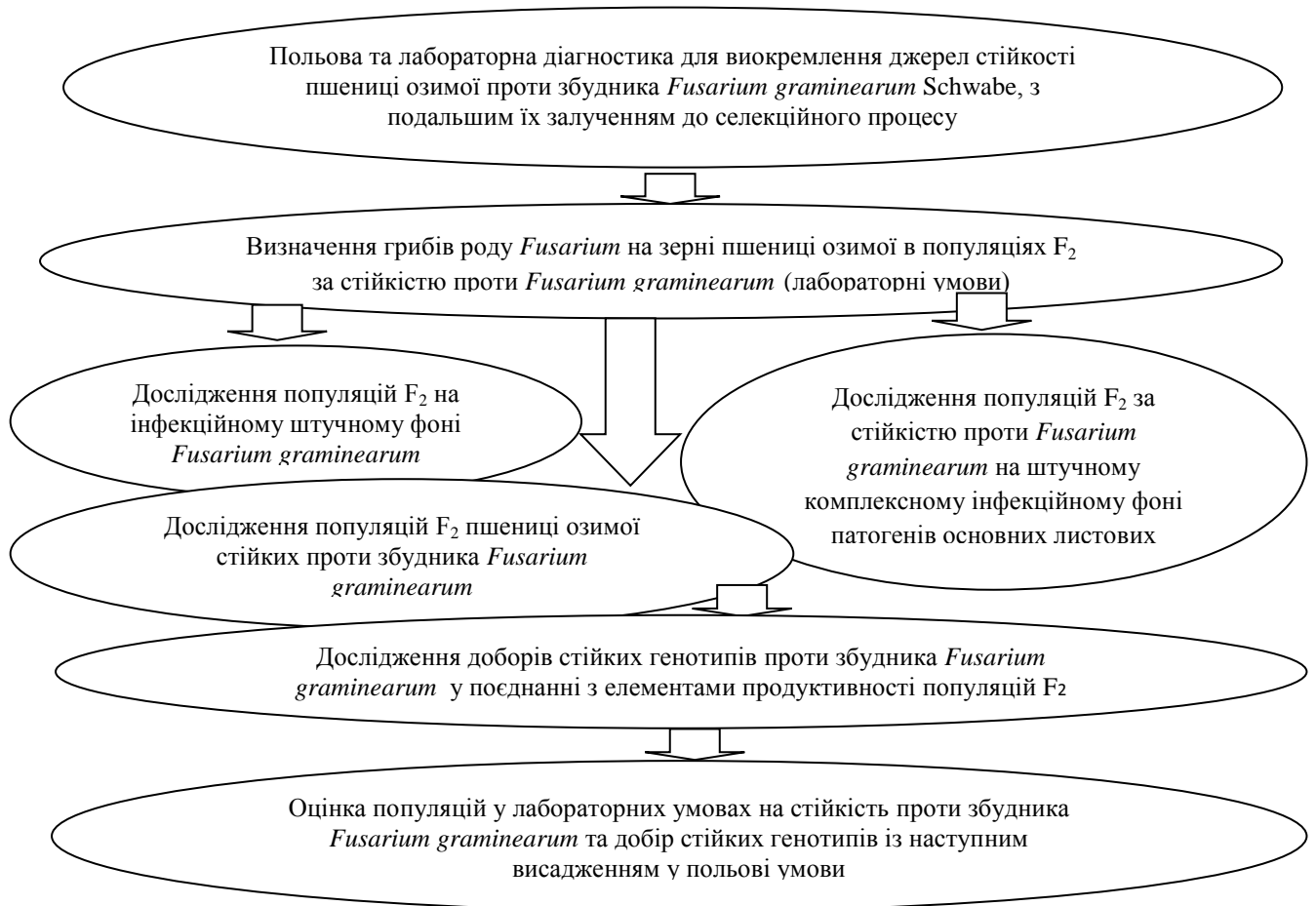


**Рис. 13** Неінокульоване зерно гібридних поколінь ( $F_{2.4}$ ) пшениці озимої, яке проросло та відібране з високим рівнем стійкості проти збудника *Fusarium graminearum* висаджене у польових умовах для отримання зернової продукції

## **7. СТВОРЕННЯ ШТУЧНОГО ІНФЕКЦІЙНОГО ФОНУ *FUSARIUM GRAMINEARUM***

Стійкість щодо збудника досліджували у польовому фузаріозному розсаднику та в умовах лабораторії (мікологічний аналіз). Для зараження колосся використовували вид *Fusarium graminearum* – найбільш поширений патоген у нашій місцевості. Закладання дослідів в польовому фузаріозному розсаднику, створення інфекційного фону та облік інтенсивності ураження виконували за загальноприйнятою методикою [15] та нашими

розробками. Досліди оцінки генотипів пшениці за стійкістю проти хвороб формували в польових інфекційних розсадниках МПП, лабораторії селекції озимої пшениці (рис. 14).



**Рис. 14** Схема оцінки та добору стійких генотипів проти збудника *Fusarium graminearum* у гібридних популяціях у поєднанні із елементами продуктивності пшениці м'якої озимої (МПП, 2021–2025 рр.)

Для максимальної реалізації елементів продуктивності та зручності добору і обліку застосовували розріджений спосіб посіву: відстань між рослинами в рядку 5 см, між рядками – 15–30 см, довжина рядка 1 м. Селекційний матеріал був висіяний у трьох повтореннях, одне з них слугувало як контроль, а два інших інокулювали збудником *Fusarium graminearum*. Метою наших досліджень було дослідження та добір стійких генотипів пшениці м'якої озимої проти *Fusarium graminearum*, одержаних від внутрішньовидових перспективних джерел стійкості (MV 20-88 / Смуглянка, BILINMEVEN-49 / Наталка, Донской простор / Славна, Миронівська ранньостигла / CATALON та (Мікон / ALMA) / Легенда миронівська), та сортів пшениці озимої власної селекції (Подолянка, МПП Княжна, МПП Фортуна, МПП Вишиванка).

У першому та другому (дослідному) варіанті у фазу цвітіння колосся рослин інокулювали суспензією, що отримувала  $2,5 \times 10^6 - 10^9$  (нами збільшене максимальне

інфекційне завантаження спор патогена) інфекційних структур (конідій, шматочків міцелію) в одному мілілітрі.

Для отримання водної суспензії, міцелій зі спороношенням гриба подрібнювали в гомогенізаторі за 2000 об./хв. впродовж 2,5 хв. Отриману суміш гомогенату міцелію розводили водою до концентрації конідій в суспензії до  $10^6$ – $10^9$ /мл (рис. 15, 16).



**Рис. 15 Приготування гомогенату (суспензії) збудника *Fusarium graminearum***



**Рис. 16 Гомогенат (суспензія) збудника *Fusarium graminearum***

Інфекційний фон створювали за допомогою ранцевого обприскувача, обробляючи рослини пшениці озимої у вечірній, безвітряний час (рис. 17, 18). Після цього для створення вологої камери колосся ізолювали поліетиленовими пакетами на 24 години.



**Рис. 17 Інокуляція рослин пшениці м'якої озимої суспензією збудника *Fusarium graminearum* у фазу цвітіння**



**Рис. 18** Інокуляція рослин пшениці твердої озимої суспензією збудника *Fusarium graminearum* у фазу цвітіння

У третьому варіанті (контроль) рослини гібридів обробляли фунгіцидом (Фолікул, 1 л/га) для запобігання розвитку фузаріозної інфекції й також закривали ізолятором. Облік інтенсивності ураження колосу проводили візуально за зовнішніми проявами ознак за дев'яти-бальною шкалою [12, 16–18] (табл. 1).

**Таблиця 1.** Шкала інтенсивності ураження колосків пшениці озимої збудником фузаріозу

Бал стійкості	Симптоми хвороби колосся	Характеристика стійкості, сприйнятливості
9, 8	Ураження відсутнє, або незначне пожовтіння колоса, побуріння лусок окремих колосків чи зернівок	Високостійкий
7, 6	Ураження розсіяне по всьому колосу чи локальне	Стійкий
5, 4	Ураження помірне у вигляді побуріння окремих колосків, чи 1/3 – ½ частини колоса	Слабосприйнятливий
3, 2	Уражено від 2/3 майже всього колоса	Сприйнятливий
1	Уражено повністю колос	Високосприйнятливий

Після збору урожаю, всі колоски обмолочували (рис. 19), визначали масу 1000 зерен та всього зерна, кількість зерен у колосі, енергію проростання та схожість, наявність інфекції на проростках та ступінь їх ураження.

У лабораторних умовах із зразків кожного сорту визначали кількість зерен із фузаріозною інфекцією. Для цього відбирали середню пробу зерна, промивали її проточною водою, поверхнево знезаражували у розчині Domestos (1:20) з наступним промиванням стерильною дистильованою водою. Після чого зерно розкладали на змочений дистиллятом фільтрувальний папір у ростильнях, які накривали склом. Ростильні розміщували у термостаті, де підтримували температуру 24 °С. Через три доби підраховували кількість зерен із фузаріозною інфекцією. Ступінь токсикації зерна

фузаріями визначали за зменшенням довжини п'ятидобових проростків із зерна ураженого колосу порівняно з проростками із здорового насіння (контрольний варіант). Ступінь токсикації розраховували за формулою [19]:

$$\Phi = \frac{D_k - D_d}{D_k} \times 100\%,$$

де  $\Phi$  — ступінь токсикації;

$D_k$  — довжина 5-добового проростку з контрольного варіанту;

$D_d$  — довжина 5-добового проростку з дослідного варіанту.

Зменшення маси 1000 зерен визначали за формулою:

$$C = \frac{M_k - M_d}{M_k} \times 100\%,$$

де  $C$  — зменшення маси;

$M_k$  — маса 1000 зерен з контрольної ділянки;

$M_d$  — маса 1000 зерен з дослідної ділянки.

Важливим показником стійкості щодо фузаріозу колоса є толерантність яка визначається за співвідношенням маси зерна рослин контрольного варіанту (без зараження) до маси зерна рослин варіанту, штучно інокульованого збудником фузаріозу колоса.



**Рис. 19 Збирання та обмолот селекційного матеріалу пшениці озимої на сноповій молотарці МПСУ-500**

## 8. СЕЛЕКЦІЯ ЗА СТІЙКІСТЮ ПРОТИ *FUSARIUM GRAMINEARUM*

### 8.1 Оцінювання гібридів першого покоління пшениці озимої за стійкістю проти патогена та елементами продуктивності колоса

За результатами мікологічного аналізу встановлено, що зерно пшениці було заселене у 2019–2025 рр наступними видами фузаріозу: *F. culmorum* (13,6%), *F. graminearum* (8,5%), *F. sporotrichiella* (7,8%), *F. sambucinum* (7,6%), *F. moniliforme* (4,0%), *F. oxysporum* (3,7%). Найбільша кількість зерна колонізована *F. culmorum* (13,6%) (рис. 20).

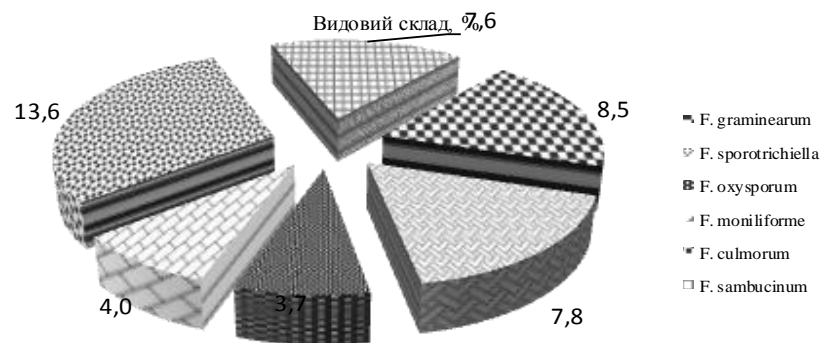


Рис. 20 Видовий склад грибів роду *Fusarium* Link на зерні пшениці озимої

У 2019–2023 рр. у колекційному розсаднику, із застосуванням штучного інфекційного фону *Fusarium graminearum*, досліджували 173 колекційні зразки пшениці озимої (табл. 2).

Таблиця 2. Характеристика кращих сортозразків пшениці озимої за стійкістю проти збудника *Fusarium graminearum*

Сорт, зразок, селекційна лінія	Країна походження	Інтенсивність ураження, %	Інтенсивність ураження, % ± до уразливого сорту
Natula (уразливий сорт)	POL	11,6	–
Rendezvous	FRA	0,5	+11,1
Nobeoka bozu	JAP	0,5	+11,1
Varta	UKR	3,0	+8,6
Miranda	UKR	4,7	+6,9
BILINMEVEN-49	USA	4,8	+6,8
MV – 20-88	HUN	5,0	+11,1
Донской простор	ROU	4,3	+7,3
CATALON	HUN	3,6	+8,0
NAZ	KAZ	2,0	+11,4
Mikon	GEO	1,0	+11,5
ALMA	CAN	1,0	+11,5
Gerek 79	TUR	4,3	+7,3
MV – 20-88 / Смуглянка	UKR	2,0	+11,4
BILINMEVEN-49 / Наталка	UKR	1,0	+11,5
Донской простор / Славна	UKR	3,0	+8,6
(Mikon / ALMA) / Легенда МИР	UKR	2,0	+11,4
МИР ранньостигла / Catalon	UKR	1,5	+10,1

Примітка: МИР – Миронівська

Форми пшениці були уражені збудником фузаріозу колосу (*Fusarium graminearum* Schwabe) у межах 0,5-35,0%. Імунних сортів до даного захворювання не виявлено. Високу стійкість проти фузаріозу колосу (до 5%) визначено у сортах – Rendezvous (FRA), Nobeoka bozu (JAP), Varta (UKR), Miranda (UKR), BILINMEVEN-49 (USA), MV – 20-88 (HUN), Донской простор (ROU), Mikon (GEO), CATALON (HUN), NAZ (KAZ) та ін.

За стійкістю до даного збудника на штучному інфекційному фоні виокремили гібридні популяції лабораторії селекції МПП, які створені за участю виділених нами джерел стійкості у минулі роки дослідження: ((MV – 20-88 / Смуглянка), BILINMEVEN-49 / Наталка, Донской простор / Славна, Mikon / ALMA) / Легенда миронівська, Миронівська ранньостигла / Catalon) були залучені у прямих та зворотних схрещуваннях у якості батьківських форм при створенні нових гібридних комбінацій за стійкістю проти *Fusarium graminearum* (рис. 21).



**Рис. 21** Створення нового селекційного матеріалу пшениці стійкого проти *Fusarium graminearum*

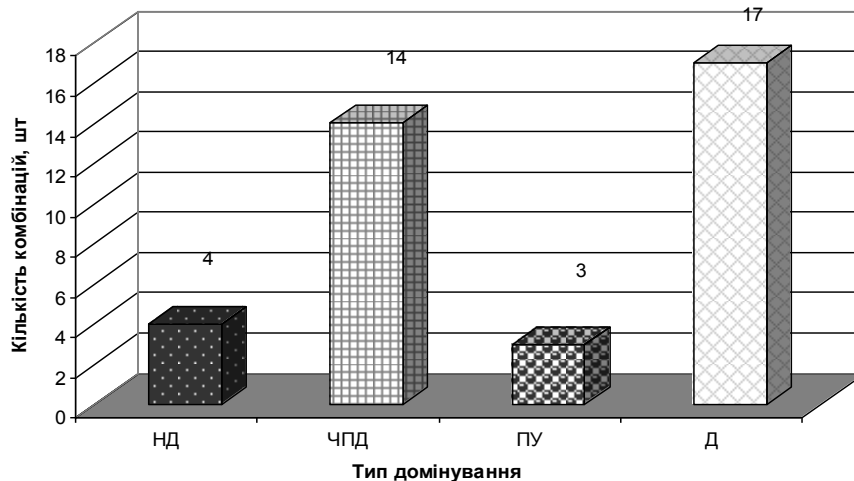
Тому проведені дослідження спрямовані на визначення характеру успадкування стійкості до збудника *Fusarium graminearum* у гібридів F<sub>1</sub>. За стійкістю щодо збудника фузаріозу колоса наддомінування (гетерозис) встановлено у чотирьох (10,53%) гібридних комбінаціях (МПП Княжна / (Донской простор / Славна); [(Мікон / ALMA) / Легенда миронівська] / Подолянка; МПП Вишиванка / (MV 20-88 / Смуглянка); МПП Вишиванка / (Донской простор / Славна) (табл. 3). Краще передають ознаку стійкості проти збудника *Fusarium graminearum* сорти МПП Княжна, МПП Вишиванка, Подолянка які були залучені у схрещування у якості материнської форми та сорту запилювача джерела стійкості.

**Таблиця 3. Ступінь фенотипового домінування та гетерозис за стійкістю до *Fusarium graminearum* у F<sub>1</sub> пшениці озимої**

Гібридна комбінація	Інтенсивність ураження, %			Тип фенотипового домінування
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	
МПП Княжна* / (MV 20-88 / Смуглянка)**	3	1	1	ЧПД
МПП Княжна* / (BILINMEVEN-49 / Наталка)**	3	1	5	Д
МПП Княжна* / (Донской простор / Славна)**	3	3	0	НД (Г)
МПП Княжна* / (МИР ранньостигла/ CATALON)**	3	1	3	ЧПД
(MV 20-88 / Смуглянка)** / МПП Княжна*	1	3	3	ЧПД
(BILINMEVEN-49 / Наталка)** / МПП Княжна*	1	3	5	Д
(Донской простор / Славна)** / МПП Княжна*	3	3	10	Д
[(Мікон/ ALMA) / Легенда МИР]** / МПП Княжна*	5	3	10	Д
(МИР ранньостигла / CATALON)** / МПП Княжна*	1	3	10	Д
Подольянка* / (BILINMEVEN-49 / Наталка)**	5	1	5	ЧПД
Подольянка* / (Донской простор / Славна)**	5	3	10	Д
Подольянка* / [(Мікон/ ALMA) / Легенда МИР]**	5	5	5	ПУ
(MV 20-88 / Смуглянка)** / Подольянка*	1	5	1	ЧПД
(BILINMEVEN-49 / Наталка)** / Подольянка*	1	5	5	ЧПД
(Донской простор / Славна)** / Подольянка*	3	5	5	ЧПД
[(Мікон/ ALMA) / Легенда МИР]** / Подольянка*	5	5	1	НД (Г)
МПП Вишиванка* / (MV 20-88 / Смуглянка)**	3	1	0	НД (Г)
МПП Вишиванка* / (BILINMEVEN-49 / Наталка)**	3	1	0	НД (Г)
МПП Вишиванка* / (Донской простор / Славна)**	3	3	5	Д
МПП Вишиванка* [(Мікон/ ALMA) / Легенда МИР]**	3	5	5	ЧПД
(MV 20-88 / Смуглянка)** / МПП Вишиванка*	1	3	3	ЧПД
(BILINMEVEN-49 / Наталка)** / МПП Вишиванка*	1	3	5	Д
(Донской простор / Славна)** / МПП Вишиванка*	3	3	2	ЧПД
[(Мікон/ ALMA) / Легенда МИР]** / МПП Вишиванка*	5	3	5	ЧПД
МПП Фортуна* / (BILINMEVEN-49 / Наталка)**	5	1	2	ПУ
МПП Фортуна* / (Донской простор / Славна)**	5	3	10	Д
МПП Фортуна* / [(Мікон / ALMA) / Легенда МИР]**	5	5	5	ПУ
МПП Фортуна* / (МИР ранньостигла / CATALON)**	5	1	5	ЧПД
(MV 20-88 / Смуглянка)** / МПП Фортуна*	1	5	1	ЧПД
(BILINMEVEN-49 / Наталка)** / МПП Фортуна*	1	5	5	ЧПД
(Донской простор / Славна)** / МПП Фортуна*	3	5	10	Д
[(Мікон/ ALMA) / Легенда МИР]** / МПП Фортуна*	5	5	10	Д
Світанок МИР* / (МИР ранньостигла/ CATALON)**	10	1	10	Д
(МИР ранньостигла / CATALON)** / Світанок МИР*	1	10	10	Д
Аврора МИР* / (МИР ранньостигла / CATALON)**	3	1	8	Д
Аврора МИР* / (МИР ранньостигла / CATALON)**	3	1	10	Д
(МИР ранньостигла / CATALON)** / Аврора МИР*	1	3	10	Д
(МИР ранньостигла / CATALON)** / Аврора МИР*	1	3	10	Д

*Примітки:* 1. НД (Г) – гетерозис (позитивне наддомінування), ЧПД – часткове позитивне наддомінування, ПУ – проміжне успадкування, Д – депресія (негативне наддомінування); 2. МИР – Миронівська, Миронівський 3. \* – джерело продуктивності; \*\* – джерело стійкості проти збудника *Fusarium graminearum*.

У F<sub>1</sub> стійкість до фузаріозу в більшій мірі була на рівні однієї із батьківських форм, частково позитивне успадкування було присутнє у 14 гібридів. Проміжне успадкування спостерігали у трьох гібридів (7,9%). Депресію визначено у 17 гібридів першого покоління, що становить (44,7%) (рис. 22).



**Рис. 22** Кількість гібридних комбінацій F<sub>1</sub> за типом успадкування проти ураження збудником *Fusarium graminearum*

## 8.2 Виявлення ступеня трансгресії у гібридних популяціях пшениці озимої за стійкістю проти *Fusarium graminearum*

Для створення стійких сортів проти *Fusarium graminearum* найбільш ефективним є застосування штучного комбінованого (комплексного) інфекційного фону патогенна, тобто поєднання фонів збудника хвороби в оптимальні строки їхнього розвитку на одному досліджуваному гібридному матеріалі пшениці впродовж вегетаційного періоду. Експериментальну частину досліджень виконано у 2021–2025 рр. у селекційних сівозмінах та штучних умовах (мікологічний аналіз) лабораторії селекції озимої пшениці МПП. Метою досліджень було вивчення та добір стійких генотипів пшениці м'якої озимої проти *Fusarium graminearum*, одержаних від внутрішньовидових перспективних джерел стійкості (MV 20-88 / Смуглянка, BILINMEVEN-49 / Наталка, Донской простор / Славна, Миронівська ранньостигла / CATALON та (Мікон / ALMA) / Легенда миронівська), та сортів пшениці озимої власної селекції (Подольянка, МПП Княжна, МПП Фортуна, МПП Вишиванка).

Стійкість щодо збудника фузаріозу колосу досліджували в польових природному та інфекційному розсадниках і в умовах лабораторії (мікологічний аналіз). Для зараження колосся використовували вид *Fusarium graminearum* – найбільш поширений патоген у нашій місцевості. Закладання досліду в польовому інфекційному розсаднику, створення

інфекційного фону та облік інтенсивності ураження виконували за загальноприйнятими методиками та джерелами досліджень [18–25].

Під час розщеплення рослин у популяціях спостерігали значне варіювання ознак, які є відмінними від батьківських форм. Це є трансгресивна мінливість, як результат взаємодії багатьох полімерних генів. Саме позитивні трансгресії отримані у результаті появи рекомбінантів за різною інтенсивністю ураження мають практичне значення для селекції. Спектр розщеплення у F<sub>2</sub> пшениці за стійкістю проти збудника фузаріозу колоса залежав від характеру успадкування у F<sub>1</sub> та від генотипу батьківських компонентів. При цьому значну кількість стійких форм виділено серед гібридних комбінацій, у яких відмічено повне домінування стійкості. За характером розщеплень у популяціях F<sub>2</sub> проти *Fusarium graminearum* були виділені форми з різним рівнем інтенсивності ураження (від 0 до 50 %), що вказує на імунологічну різноманітність біотипів, які складають досліджувану популяцію (табл. 4).

На природному фоні (Д1) патогена найбільшу цінність мали 65,7 % популяцій із позитивною трансгресією від 21,4 до 39,6 %. У реципрокних комбінаціях ((BILINMEVEN-49 / Наталка) ↔ Подолянка) і ((BILINMEVEN-49 / Наталка) ↔ МП Вишиванка), де в схрещуваннях використовували джерело стійкості проти *Fusarium graminearum* (BILINMEVEN-49 / Наталка) розщеплення відбулося за низькою інтенсивністю ураження.

На штучному фоні (Д2) патогена спостерігали зменшення кількості популяцій, слід зазначити що позитивні трансгресії отримали у 54,3 % із варіюванням від 2,7 до 51,4 %. Слід відмітити генотипи: (Мікон / ALMA) / Легенда миронівська) / МП Фортуна – 51,4 %; (Подолянка / Донской простор / Славна) – 28,8 %; (Донской простор / Славна) / МП Княжна) – 25,7 % та інші. У комбінаціях, при схрещуванні яких задіяні генотипи ((BILINMEVEN-49 / Наталка) / МП Вишиванка), (МП Вишиванка / (BILINMEVEN-49 / Наталка) вирізняли негативні результати (низьку ступінь ураження).

За резистентністю рослин другого покоління популяцій пшениці м'якої озимої при мікологічному аналізі зерна, фактично спостерігали варіювання від 0 до 17,5 % позитивних трансгресивних форм, такі гібриди можуть забезпечити добір стійких форм, що підкріплюють дослідження на природному та штучному фоні патогена.

Порівнявши результати трьох досліджень та отриманих трансгресій була виявлена тенденція, що використані в схрещуваннях сорти джерела стійкості проти *Fusarium graminearum*, позитивно впливають на успадкування стійкості даного патогена, а створені за їх участі гібридні комбінації можуть бути селекційними донорами цієї ознаки.

**Таблиця 4. Ступінь трансгресії за інтенсивністю ураження збудником *Fusarium graminearum* у F<sub>2</sub> пшениці озимої**

Гібридна комбінація	Ступінь трансгресії, Tc (%)		
	Природний фон <sup>1</sup>	Штучний фон <sup>2</sup>	Мікологічний аналіз <sup>3</sup>
МПП Княжна / (MV 20-88 / Смуглянка)	20,68	-10,81	17,5
(MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Княжна	24,13	14,86	5,0
МПП Княжна / (BILINMEVEN-49 / Наталка)	5,55	-2,70	2,34
(BILINMEVEN-49 / Наталка) / МПП Княжна	39,6	4,05	1,21
МПП Княжна / (Донской простор / Славна)	2,8	-13,69	1,23
(Донской простор / Славна) / МПП Княжна	-21,11	25,67	4,93
МПП Княжна/(МИР ранньостигла/CATALON)	5,40	12,50	1,23
(МИР ранньостигла / CATALON) /МПП Княжна	-18,05	12,50	1,23
Подольянка / (BILINMEVEN-49 / Наталка)	-1,38	-20,27	1,21
(BILINMEVEN-49 / Наталка) / Подольянка	-6,94	2,70	2,43
Подольянка / (Донской простор / Славна)	11,26	28,76	2,46
(Донской простор / Славна) / Подольянка	30,98	-15,06	3,70
Подольянка / [(Мікон/ ALMA) / Легенда МИР]	1,38	17,14	0
[(Мікон/ ALMA) / Легенда МИР] / Подольянка	-2,81	22,85	4,81
МПП Вишиванка / (MV 20-88 / Смуглянка)	34,78	2,70	7,5
(MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Вишиванка	10,14	-5,71	6,25
МПП Вишиванка / (BILINMEVEN-49 / Наталка)	-1,38	-1,35	8,53
(BILINMEVEN-49 / Наталка) / МПП Вишиванка	-15,27	-16,21	8,53
МПП Вишиванка / (Донской простор / Славна)	5,63	5,47	2,46
(Донской простор / Славна) / МПП Вишиванка	29,57	-13,69	3,70
МПП Вишиванка/[(Мікон/ALMA)/Легенда МИР]	19,71	-15,71	1,20
[(Мікон/ALMA)/Легенда МИР]/МПП Вишиванка	-9,85	7,14	3,61
МПП Фортуна / (Донской простор / Славна)	1,38	-15,06	9,87
(Донской простор / Славна) / МПП Фортуна	-14,08	27,39	3,70
МПП Фортуна /[(Мікон / ALMA)/ Легенда МИР]	22,53	-4,28	4,81
[(Мікон / ALMA) /Легенда МИР] /МПП Фортуна	8,45	51,42	-2,40
Світанок МИР/(МИР ранньостигла/CATALON)	-5,55	2,77	3,70
(МИР ранньостигла/CATALON)/Світанок МИР	8,33	0	1,23
Аврора МИР / (МИР ранньостигла / CATALON)	18,05	-13,88	8,64
(МИР ранньостигла / CATALON) / Аврора МИР	11,11	18,05	1,23
Аврора МИР / (Миронівська МИР / CATALON)	-11,11	16,66	8,64
(МИР ранньостигла / CATALON) / Аврора МИР	16,66	18,05	6,17

Примітки: 1. Tc – ступінь трансгресії, 2. МИР – Миронівська, Миронівський.

### **8.3 Ступінь прояву трансгресії у F<sub>4</sub> за успадкуванням стійкості проти збудника *Fusarium graminearum***

За характером розщеплень у F<sub>4</sub> проти збудника *Fusarium graminearum* (*F. graminearum*), виділено форми з різним рівнем інтенсивності ураження від 0,5 до 5,1 %, що вказує на імунологічну різноманітність біотипів, які складають дослідну популяцію (табл. 5).

Таблиця 5. Ступінь та частота трансгресії за інтенсивністю ураження збудником *Fusarium graminearum* у F<sub>4</sub> пшениці озимої

Гібридна комбінація	Інтенсивність ураження, %	Tc, %	Tr, %
МПП Фортуна / (MV 20-88 / Смуглянка)	0,5	20,6	16,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Фортуна	0,5	24,9	14,0
МПП Фортуна / (Донской простор / Славна)	3,2	5,5	20,0
(Донской простор / Славна) / МПП Фортуна	4,7	53,0	34,0
МПП Фортуна / [(Mikon / ALMA) / Легенда МИР]	4,8	12,8	39,0
[(Mikon / ALMA) / Легенда МИР] / МПП Фортуна	5,1	25,6	81,0
Аврора МИР / (МИР ранньостигла / CATALON)	4,3	5,4	45,0
(МИР ранньостигла / CATALON) / Аврора МИР	3,6	18,0	58,0
Аврора МИР / (MV 20-88 / Смуглянка)	1,5	17,1	20,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / Аврора МИР	1,3	2,8	23,0
Подольянка / [(Mikon / ALMA) / Легенда МИР]	1,8	5,6	20,0
[(Mikon / ALMA) / Легенда МИР] / Подольянка	4,3	23,5	39,0
МПП Княжна / (МИР ранньостигла / CATALON)	2,7	19,7	24,0
(МИР ранньостигла / CATALON) / МПП Княжна	1,3	9,8	81,0
МПП Княжна / (MV 20-88 / Смуглянка)	3,2	1,3	22,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Княжна	2,5	14,8	24,0
МПП Княжна / [(Mikon / ALMA) / Легенда МИР]	3,2	5,5	68,0
[(Mikon / ALMA) / Легенда МИР] / МПП Княжна	2,5	8,3	72,0
МПП Вишиванка / (МИР ранньостигла / CATALON)	1,6	18,5	12,0
(МИР ранньостигла / CATALON) / МПП Вишиванка	1,9	11,1	88,0
МПП Вишиванка / (Донской простор / Славна)	1,1	20,6	45,0
(Донской простор / Славна) / МПП Вишиванка	3,1	24,1	38,0

Примітки: 1. МИР – Миронівська, Миронівський, 2. Tc – ступінь трансгресії; Tr – частота трансгресії.

Аналізуючи сім'ї F<sub>4</sub> виявлено за успадкуванням стійкості проти *F. graminearum* у гібридів позитивні трансгресії, у 32 гібридів спостерігали їх трансгресії в широкому діапазоні. Ступінь трансгресій знаходився в межах від 1,3 % – МПП Княжна / (MV 20-88 / Смуглянка) до 53,0 % – (Донской простор / Славна) / МПП Фортуна. Найбільшою частотою позитивної трансгресії за успадкуванням стійкості проти збудника, характеризуються сім'ї – [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] / МПП Фортуна, (MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Фортуна, (Донской простор / Славна) / МПП Вишиванка та [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] / Подольянка, ступінь трансгресії яких становив 25,6 %, 24,9 %, 24,1 % та 23,5 % відповідно. Частота трансгресії у F<sub>4</sub> знаходилась в межах від 12,0 % до 88,0 %, її найвищою характеризували – (Миронівська ранньостигла / CATALON) / МПП Вишиванка (88,0 %), (Миронівська ранньостигла / CATALON) / МПП Княжна (81 %), [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] / МПП Фортуна (81,0 %), реципрокні гібриди МПП Княжна ↔ [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] (68,0 %, 72 % відповідно), (Миронівська ранньостигла / CATALON) / Аврора Миронівська (58,0 %).

Варто зазначити, що у даних генотипів за батьківські компоненти використані джерела стійкості проти збудника *F. graminearum* (Миронівська ранньостигла / CATALON), [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] та продуктивні сорти: Аврора Миронівська, МПП Фортуна, МПП Княжна та МПП Вишиванка.

Високу частоту та ступінь трансгресії виявлено у генотипів [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] / МПП Фортуна (81,0 %, 25,6 % відповідно), [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] / Подолянка (39,0 %, 23,5 % відповідно), (Донской простор / Славна) / МПП Вишиванка (38,0 %, 24,1 % відповідно) та (Донской простор / Славна) / МПП Фортуна (34,0 %, 53,0 % відповідно)

### **8.3.1 Ступінь прояву трансгресії у сім'ях F<sub>4</sub> за успадкуванням елементів продуктивності головного колоса.**

Проблема трансгресивної мінливості, в силу важливого теоретичного і практичного її значення, привертає увагу багатьох науковців. У гібридних популяціях може відбуватися значна мінливість за кількісними ознаками і властивостями, прояв яких є відмінним від батьківських форм. У практичній селекції, спрямованій на підвищення адаптивного потенціалу особливе значення мають позитивні трансгресії, отримані в результаті формотворення за різними господарсько цінними ознаками. Ступінь позитивної трансгресії встановлено у всіх сім'ях F<sub>4</sub> за стійкістю проти *F. graminearum*, у межах від 1,1 % до 40,4 % за ознакою «довжина головного колоса» (табл. 6). Максимальний ступінь прояву трансгресії довжини колосу визначили у [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] / Подолянка (40,4 %), [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] / МПП Фортуна (37,9 %), МПП Вишиванка / (Миронівська ранньостигла / CATALON) (36,1 %) та МПП Княжна / (MV 20-88 / Смуглянка) (24,7 %). Найвищу частоту трансгресії визначили у гібридів МПП Фортуна / (MV 20-88 / Смуглянка), МПП Вишиванка / (Донской простор / Славна) (93,0 %), Аврора Миронівська / (MV 20-88 / Смуглянка) (68,0 %), МПП Вишиванка / (Миронівська ранньостигла / CATALON) (60,0 %) та у реципрокній – МПП Фортуна ↔ (Донской простор / Славна) (58,0 %, 56,0 % відповідно).

Коефіцієнт варіації за ознакою «довжини головного колоса» у F<sub>4</sub> за прямих і зворотних схрещувань знаходився в межах від 0,1 % Подолянка / [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] до 13,2 % (МПП Княжна / (MV 20-88 / Смуглянка), що вказує на низьке та середнє варіювання цього показника. Низьким коефіцієнтом варіації відзначили сім'ї МПП Фортуна / (MV 20-88 / Смуглянка) (2,4 %), [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] / Подолянка (3,5 %), (Миронівська ранньостигла / CATALON) / МПП Вишиванка (4,5 %).

За частотою, ступенем, трансгресії та коефіцієнтом варіації вирізнили сім'ї [(Мікон / ALMA) / Легенда Миронівська] / МПФ Фортуна (53,0 %, 37,9 %, 10 % відповідно) та МПФ Вишиванка / (Миронівська ранньостигла / CATALON) (60,0 %, 36,1 %, 9,9 % відповідно).

**Таблиця 6. Коефіцієнт варіації ступінь та частота трансгресії за довжиною головного колоса у F<sub>4</sub> пшениці озимої**

Гібридна комбінація	V, %	Tc, %	Tr, %
МПФ Фортуна / (MV 20-88 / Смуглянка)	2,4	9,6	93,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / МПФ Фортуна	5,6	15,1	20,5
МПФ Фортуна / (Донской простор / Славна)	6,3	3,6	58,0
(Донской простор / Славна) / МПФ Фортуна	7,7	10,8	56,0
МПФ Фортуна / [(Мікон / ALMA) / Легенда МИР]	5,9	5,7	44,0
[(Мікон / ALMA) / Легенда МИР] / МПФ Фортуна	10,0	37,9	53,0
Аврора МИР / (МИР ранньостигла / CATALON)	8,8	17,4	31,5
(МИР ранньостигла / CATALON) / Аврора МИР	5,2	1,1	56,0
Аврора МИР / (MV 20-88 / Смуглянка)	7,7	4,4	68,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / Аврора МИР	5,5	6,7	14,5
Подольянка / [(Мікон / ALMA) / Легенда МИР]	0,1	14,6	40,0
[(Мікон / ALMA) / Легенда МИР] / Подольянка	3,5	40,4	36,0
МПФ Княжна / (МИР ранньостигла / CATALON)	11,8	11,2	24,0
(МИР ранньостигла / CATALON) / МПФ Княжна	12,8	17,9	14,2
МПФ Княжна / (MV 20-88 / Смуглянка)	13,2	24,7	24,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / МПФ Княжна	11,2	11,2	20,0
МПФ Княжна / [(Мікон / ALMA) / Легенда МИР]	12,3	15,1	20,0
[(Мікон / ALMA) / Легенда МИР] / МПФ Княжна	9,2	9,3	16,0
МПФ Вишиванка / (МИР ранньостигла / CATALON)	9,9	36,1	60,0
(МИР ранньостигла / CATALON) / МПФ Вишиванка	4,5	9,6	7,5
МПФ Вишиванка / (Донской простор / Славна)	7,7	9,6	93,0
(Донской простор / Славна) / МПФ Вишиванка	5,3	15,1	20,5

*Примітки:* 1. МИР – Миронівська, Миронівський, 2. Tc – ступінь трансгресії; Tr – частота трансгресії, V – коефіцієнт варіації.

У F<sub>4</sub> пшениці м'якої озимої кількість зерен у колосі трансгресує в широких межах (табл.7). Ступінь трансгресій варіював від 1,7 % (Миронівська ранньостигла / CATALON) / МПФ Вишиванка до 64,2 % Аврора Миронівська / (Миронівська ранньостигла / CATALON) за частоти 72,0 та 65,0 % відповідно. Максимальний ступінь трансгресій виявлено у [(Мікон / ALMA) / Легенда Миронівська] / МПФ Фортуна, (MV 20-88 / Смуглянка) / МПФ Фортуна, (Донской простор / Славна) / МПФ Вишиванка – (30,1 %, 26,4 %, 26,4 % відповідно) та реципрокні сім'ї, Подольянка ↔ [(Мікон / ALMA) / Легенда Миронівська] (25,9 %, 29,5 % відповідно). За частотою трансгресії виявили такі популяції – (Миронівська ранньостигла / CATALON) / МПФ Вишиванка, Аврора Миронівська / (Миронівська ранньостигла / CATALON), [(Мікон / ALMA) / Легенда Миронівська] / Подольянка, (MV 20-88 / Смуглянка) / МПФ Фортуна (72,0 %, 65,0 %, 66,0 %, 60,3 5 відповідно) та інші.

**Таблиця 7. Коефіцієнт варіації, ступінь та частота трансгресії за кількістю зерен з головного колоса у популяції F<sub>4</sub> пшениці озимої**

Гібридна комбінація	V, %	Tc, %	Tr, %
МПП Фортуна / (MV 20-88 / Смуглянка)	10,2	15,0	48,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Фортуна	10,0	26,4	60,3
МПП Фортуна / (Донской простор / Славна)	11,2	11,3	24,0
(Донской простор / Славна) / МПП Фортуна	6,5	1,8	21,0
МПП Фортуна / [(Mikon / ALMA) / Легенда МИР]	13,2	9,2	28,5
[(Mikon / ALMA) / Легенда МИР] / МПП Фортуна	16,4	30,1	2,2
Аврора МИР / (МИР ранньостигла / CATALON)	13,3	64,2	65,0
(МИР ранньостигла / CATALON) / Аврора МИР	14,5	19,0	23,0
Аврора МИР / (MV 20-88 / Смуглянка)	26,2	3,8	23,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / Аврора МИР	11,4	13,4	50,0
Подольянка / [(Mikon / ALMA) / Легенда МИР]	0,3	25,9	16,0
[(Mikon / ALMA) / Легенда МИР] / Подольянка	8,3	29,6	66,0
МПП Княжна / (МИР ранньостигла / CATALON)	16,0	3,8	48,0
(МИР ранньостигла / CATALON) / МПП Княжна	14,8	3,7	41,0
МПП Княжна / (MV 20-88 / Смуглянка)	19,7	5,5	28,5
(MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Княжна	7,8	5,5	31,0
МПП Княжна / [(Mikon / ALMA) / Легенда МИР]	9,8	13,7	20,0
[(Mikon / ALMA) / Легенда МИР] / МПП Княжна	11,8	1,7	44,0
МПП Вишиванка / (МИР ранньостигла / CATALON)	19,7	13,7	19,5
(МИР ранньостигла / CATALON) / МПП Вишиванка	6,9	1,7	72,0
МПП Вишиванка / (Донской простор / Славна)	9,7	15,0	48,0
(Донской простор / Славна) / МПП Вишиванка	12,7	26,4	60,0

*Примітки.* 1. МИР – Миронівська, Миронівський, 2. Tc – ступінь трансгресії; Tr – частота трансгресії, V – коефіцієнт варіації.

Мінливість ознаки кількості зерен з головного колоса знаходилась в межах від 0,3 % до 26,2 %. Незначною мінливістю характеризувались 31,8 % (7 шт.) гібридів, середню мінливість виявили у 63,6 % (14 шт.) – значна мінливість була присутня у 4,5 % (1 шт.). Незначною мінливістю володіли: Подольянка / [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] (0,3 %), (Донской простор / Славна) / МПП Фортуна (6,5 %), (Миронівська ранньостигла / CATALON) / МПП Вишиванка (6,9 %), (MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Княжна (7,8 %) та інші. Особливу увагу слід звернути на сім'ю [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] / Подольянка, яка володіла високим ступенем та частотою трансгресії, і незначним коефіцієнтом варіації (29,6 %, 66,0 %, 8,3 % відповідно). Встановлено, що маса зерна з головного колоса варіювала у широких межах від 0,3 % до 53,3 %. Позитивну трансгресію за ознакою «маса зерен із головного колоса» на природному фоні визначили в усіх досліджуваних гібридів четвертого покоління (табл. 8). Виявили кращі форми у F<sub>4</sub>, що розкрили високу позитивну трансгресію за масою зерна з головного колоса: МПП Княжна / [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] (53,3 %), Аврора Миронівська / (Миронівська ранньостигла / CATALON) (45,9 %), [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] / МПП Фортуна (45,2 %), (MV 20-88 / Смуглянка) /

МПП Княжна (31,6 %) та інші. Частота трансгресивних рекомбінантів варіювала від 2,2 % до 80,0 %. За високою частотою трансгресії виявили такі популяції: (MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Фортуна (80,0 %), МПП Княжна / (MV 20-88 / Смуглянка) (68,0 %), (Миронівська ранньостигла / CATALON) / МПП Вишиванка (60,0 %) та реципрокна популяція Аврора двох досліджуваних / (двох досліджуваних ранньостигла / CATALON) (51,0 %, 72,0 % відповідно). Коефіцієнт варіації маси зерна з головного колосу у досліджуваних сім'ях F<sub>4</sub> знаходився у межах від 0,3 % Подолянка / [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] до 41,5 % (MV 20-88 / Смуглянка) / Аврора Миронівська, що вказує на середнє і значне варіювання показника. Прояв слабкої мінливості визначили у 22,7 % (6 шт.) гібридів, решта 68,1 % (15шт.) мали середню мінливість.

**Таблиця 8. Коефіцієнт варіації, ступінь та частота трансгресії за масою зерна з головного колоса у F<sub>4</sub> пшениці озимої**

Гібридна комбінація	V, %	Tc, %	Tr, %
МПП Фортуна / (MV 20-88 / Смуглянка)	21,9	20,2	16,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Фортуна	10,7	31,3	80,0
МПП Фортуна / (Донской простор / Славна)	11,3	5,7	18,0
(Донской простор / Славна) / МПП Фортуна	7,9	2,8	12,5
МПП Фортуна / [(Mikon / ALMA) / Легенда МИР]	19,0	23,6	19,0
[(Mikon / ALMA) / Легенда МИР] / МПП Фортуна	16,7	45,2	36,0
Аврора МИР / (МИР ранньостигла / CATALON)	18,4	45,9	51,0
(МИР ранньостигла / CATALON) / Аврора МИР	8,6	13,3	72,0
Аврора МИР / (MV 20-88 / Смуглянка)	19,5	15,0	60,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / Аврора МИР	41,5	18,6	36,0
Подолянка / [(Mikon / ALMA) / Легенда МИР]	0,3	8,1	11,5
[(Mikon / ALMA) / Легенда МИР] / Подолянка	11,8	17,5	24,0
МПП Княжна / (МИР ранньостигла / CATALON)	17,1	3,2	12,5
(МИР ранньостигла / CATALON) / МПП Княжна	7,8	21,0	36,0
МПП Княжна / (MV 20-88 / Смуглянка)	9,4	22,0	68,0
(MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Княжна	19,4	31,6	2,2
МПП Княжна / [(Mikon / ALMA) / Легенда МИР]	12,1	53,3	33,9
[(Mikon / ALMA) / Легенда МИР] / МПП Княжна	13,4	10,0	44
МПП Вишиванка / (МИР ранньостигла / CATALON)	24,2	20,6	16,0
(МИР ранньостигла / CATALON) / МПП Вишиванка	7,1	0,3	60,0
МПП Вишиванка / (Донской простор / Славна)	15,1	20,2	16,0
(Донской простор / Славна) / МПП Вишиванка	13,1	31,3	80,0

*Примітки:* 1. МИР – Миронівська, Миронівський, 2. Tc – ступінь трансгресії; Tr – частота трансгресії, V – коефіцієнт варіації.

Визначили кращі генотипи з високим відсотком частоти та ступеню трансгресії за ознакою «маса зерна з головного колоса»: (MV 20-88 / Смуглянка) / МПП Фортуна (63,6 %, 31,3 % відповідно), Аврора Миронівська / (Миронівська ранньостигла / CATALON) (51,0 %, 45,9 % відповідно), МПП Княжна / [(Mikon / ALMA) / Легенда Миронівська] (33,9 %, 53,3 % відповідно) та (Донской простор / Славна) / МПП Вишиванка (80,0 %, 31,3 % відповідно). За характером розщеплень у F<sub>4</sub> за стійкістю проти збудника

*F. graminearum* та за елементами продуктивності головного колосу, високу ступінь позитивної трансгресії визначили у [(Мікон / ALMA) / Легенда МІР] / МІП Фортуна (25,6 % – *F. graminearum*, 37,9 % – довжина колосу, 30,1 % – кількість зерен із колоса, 45,2 % – маса зерен із колоса), [(Мікон / ALMA) / Легенда МІР] / Подолянка (23,5 %, 40,4 %, 29,6 %, 17,5 % відповідно), (Донской простор / Славна) / МІП Вишиванка (24,1 %, 15,1 %, 26,4 %, 31,3 % відповідно). За цінними господарськими ознаками виокремили сім'ю Аврора МІР / (МІР ранньостигла / CATALON) (17,4 %, 64,2 %, 45,2 %, відповідно), а за стійкістю проти *F. graminearum*, кількістю зерен та масою зерна з головного колоса – (MV 20-88 / Смуглянка) / МІП Фортуна (24,9 %, 26,4 %, 31,3 % відповідно). Варто зазначити, що при комплексному підході з урахуванням селекційної цінності і стійкості проти *F. graminearum* та штучному, комбінованому, роздільному, природньому інфекційному фоні патогена, добір займає центральне місце, незалежно від методу створення вихідного матеріалу. Але цього недостатньо, оскільки стійкість проти видів роду *Fusarium Link* обмежена у часі та залежить від екологічної локації, тому необхідно й надалі проводити ретельний відбір джерел щодо патогена.

## ВИСНОВКИ

1. Визначено видовий склад збудників грибів роду *Fusarium* Link на зерні пшениці озимої в умовах центральної частини Лісостепу України.
2. За результатами мікологічного аналізу встановлено, що зерно пшениці було заселене наступними видами фузаріозу: *Fusarium culmorum* (8,5 %), *Fusarium graminearum* (6,1 %), *Fusarium sporotrichiella* (5,8 %), *Fusarium moniliforme* (3,1 %), *Fusarium oxysporum* (1,7 %). Найбільша кількість зерна була уражена видом *Fusarium culmorum* (8,5 %).
3. Виявлено високостійкі проти фузаріозу колосу (до 5<sup>00</sup>%) джерела стійкості (Rendezvous, Nobeoka bozu, Varta, Miranda, BILINMEVEN-49, MV – 20-88, Донской простор, Midas, CATALON, NAZ) та гібридні популяції першого покоління ((MV – 20-88 / Смуглянка), BILINMEVEN-49 / Наталка, Донской простор / Славна, Микон / ALMA) / Легенда миронівська, Миронівська ранньостигла / Catalon).
4. За стійкістю щодо збудника фузаріозу колоса депресія виявлена у 17 (44,7<sup>00</sup>%) гібридних популяціях, проміжне успадкування – у трьох (7,9<sup>00</sup>%), частково позитивне у 14, а наддомінування – у чотирьох. У гібридних комбінаціях МП Княжна / (Донской простор / Славна), МП Вишиванка / (MV 20-88 / Смуглянка), МП Вишиванка / (BILINMEVEN-49 / Наталка) не виявили ураження збудником фузаріозу колоса.
5. Порівнявши результати трьох досліджень (за різних фонів патогена) у популяціях F<sub>2</sub> та отриманих трансгресій виявили тенденцію, що використані в схрещуваннях сорти джерела стійкості проти *Fusarium graminearum*, позитивно впливали на успадкування стійкості даного патогена, а створені за їх участі гібридні комбінації можуть бути новими селекційними джерелами цієї ознаки.
6. За результатами досліджень у F<sub>4</sub> за стійкістю проти збудника *F. graminearum* та за елементами продуктивності головного колосу, високу ступінь позитивної трансгресії визначили у: [(Микон / ALMA) / Легенда МИР] / МП, [(Микон / ALMA) / Легенда МИР] / Подолянка та ін. За цінними господарськими ознаками виокремили сім'ю Аврора МИР / (МИР ранньостигла / CATALON), а за стійкістю проти *F. graminearum*, кількістю зерен та масою зерна з головного колоса – (MV 20-88 / Смуглянка) / МП Фортуна (24,9 %, 26,4 %, 31,3 % відповідно).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мазур В. А., Гончарук І. В., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур. *Монографія*. ВНАУ. Вінниця: Твори 2021. 180 с.
2. Гаврилюк Л. Л., Круть М. В. Інновації з наукового забезпечення селекції сільськогосподарських рослин на стійкість до хвороб та шкідників. *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матеріали*. 2022. С. 50.
3. Alvarenga A. A. A., Ouchi J. C. M. I., Martínez C. C. C., Mendes J. M., Colmán A. A., Ríos D. F., Arrua P. D., Guerreño C. A. V., Kohli M. M., Ramírez M. L.. Trichothecene Genotype Profiling of Wheat *Fusarium graminearum* Species Complex in Paraguay. *Toxins* 2022. № 14 P. 257.
4. Мурашко Л. А., Муха Т. І., Гуменюк О. В., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Оцінка стійкості сортів пшениці озимої селекцентрів України проти хвороб на штучних інфекційних фонах їх збудників. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 209–214.
5. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Діордієва І. П. Стійкість до хвороб зразків пшениці м'якої озимої, створених гібридизацією географічно віддалених форм. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. № 65. С. 124–133.
6. Санін О. Ю., Маковейчук Т. І., Третьяков В. О., Михальська Л. М. Ефективність захисту від фузаріозу та продуктивність пшениці озимої за впливу композицій фунгіцидів з елементами живлення. *Фізіологія рослин і генетика*. 2022. Т. 54. № 4. С. 328–339.
7. Peršić V., Božinović I., Varnica I., Babić J., Španić V. Impact of *Fusarium* Head Blight on Wheat Flour Quality: Examination of Protease Activity, Technological Quality and Rheological Properties. *Agronomy*. 2023. № 13 P. 662.
8. Hof H. The medical relevance of *Fusarium* spp. *Journal of fungi* (Basel, Switzerland). 2020. 6(3). P. 117. doi: 10.3390/jof603011713.
9. Тимошук Т. М., Котельницька Г. М., Гурманчук О. В., Сербя І.°В., Юрчик Р.°В., Шульга О.°В. Контроль збудників фузаріозу колосу пшениці озимої за використання сучасних фунгіцидів. *Поліський Національний Університет*. 2020. С. 112–118.
10. Мостов'як І.°І., Дем'янюк О.°С., Бородай В.°В. Особливості формування фітопатогенного фону міксоміцетів – збудників хвороб в агроценозах зернових злакових культур правобережного лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2020. С. 28.
11. Мурашко Л. А., Муха Т. І., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Новицька Н. В., Пилипенко В. С. Імунологічна характеристика колекційних зразків та сортів пшениці озимої миронівської селекції за стійкістю проти хвороб. *Зернові культури*. 2023. Т. 7, № 2. С. 365–372.
13. Черних С.°А., Лемішко С.°М., Березань І.°С. Забруднення мікотоксинами продовольчого зерна: причини, наслідки, профілактика. In The 10th International scientific and practical conference “*Science and education: problems, prospects and innovations*” (June 23-25, 2021) CPN Publishing Group, Kyoto, Japan. 2021. P. 494.

14. Мурашко Л. А. Рівень інфікованості зерна пшениці озимої грибними патогенами. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку*: мат. II Міжн. наук.-практ. конф. (Біла Церква, 4, 5 березня 2021 р.). Біла Церква: БНАУ, 2021. С. 261.
15. 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.
16. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О., Ковалишина Г. М., Андрущенко А. В. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб; за ред. С. О. Трибеля. К. : Колобiг, 2010. 392 с.
17. Демидов О. А., Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Мурашко Л. А., Лось Р. М., Судденко Ю. М., Муха Т. І., Близнюк Б. В., Дубовик Н. С. Методичні підходи за створення селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої стійкого до *Fusarium graminearum* Schwabe в умовах центрального Лісостепу України. *Методичні рекомендації*. Київ: Компринт, 2023. 40 с.
18. Бабаянц О. В., Бабаянц Л. Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. Научно-методическое издание. Одесса, 2014. 400 с.
19. Мурашко Л. А., Гуменюк О. В., Кириленко В. В., Сабадин В. Я., Дубовик Н. С. Поширення та видовий склад *Fusarium Link* на сортах пшениці м'якої озимої у центральному Лісостепу України. *Агробіологія*. 2024. № 1. С. 6–17.
20. Мурашко Л. А., Гуменюк О. В., Кириленко В. В., Судденко Ю. М., Муха Т. І., Новицька Н. В. Успадкування гібридами F<sub>1</sub> *Triticum aestivum* L. стійкості проти *Fusarium graminearum* Schwabe. *Наукові доповіді НУБіП*. 2024. № 3. С. 109.
21. Spanic, V.; Maricevic, M.; Ikić, I.; Sulyok, M.; Sarcevic, H. Three-Year Survey of *Fusarium* Multi-Metabolites/Mycotoxins Contamination in Wheat Samples in Potentially Epidemic Fhb Conditions. *Agronomy*. 2023. № 13. P. 805.
22. Сидорова І. М. Дослідження вихідного матеріалу пшениці озимої проти основних збудників хвороб. *науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників*. 2022. С. 492.
23. Чернолата Л., Погоріла Л. Наслідки наявності токсикогенних пліснявих грибів у зерні. *Вісник аграрної науки*. 2023. Т. 101 №4. С. 24-29.
24. Demydov O. A., Kyrylenko V. V., Murashko L. A., Humenyuk O. V, Suddenko Yu. M., Mukha T. I., Volohdina N. B., Zamlila N. P., Novytska N. V., Mazurenko B. O. Breeding and genetic screening of F<sub>1</sub> hybrids of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) by manifestation of resistance to *Fusarium graminearum* Schwabe. *Agronomy Research*. 2024. Vol. 22, No. 1. P. 96–109.
25. Андрущенко, О. В., Страшнова І. В. Характеристика представників роду *Fusarium*, що викликають захворювання зернових культур. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2023. Т. 3 № 59. С. 37-59.

