

ШТУЧНИЙ КОМПЛЕКСНИЙ ІНФЕКЦІЙНИЙ ФОН:

основи його створення за селекції пшениці озимої на групову стійкість проти основних грибних збудників хвороб

На основі власних досліджень і попередніх робіт лабораторії імунітету сільськогосподарських рослин проти хвороб запропоновано технологію створення штучного комплексного інфекційного фону (ШКІФ) збудників бурої іржі, септоріозу листя, церкоспорельозної прикореневої гнилі та провокаційного фону збудника борошністої роси на рослинах пшениці озимої. Застосуванням даної технології можна зменшити конкуренцію між збудниками, яка виникає за інокуляції рослин, та одержати необхідний рівень розвитку хвороб для достовірної оцінки групової стійкості пшениці.

пшениця озима, штучний комплексний інфекційний фон, збудники хвороб, групова стійкість

Для оцінки вихідного та селекційного матеріалу за ознакою стійкості проти хвороб його досліджують в умовах безпосереднього контакту з фітопатогенами на жорстких природних чи штучно створених інфекційних (провокаційних) фонах розвитку хвороб. Вважається, що для об'єктивної оцінки сортів зразків достатнім є такий рівень фону, за якого ураженість сортів-еталонів сприйнятливості становить не менше 50% [1]. Важливе значення у створенні таких умов мають як оптимальні для розвитку та поширення патогенів погодні умови, так і високе інфекційне навантаження (наявність достатньої кількості початкового інфекційного матеріалу) [2].

Природні інфекційні фони з успіхом використовують там, де екологічні умови сприяють постійному підтримуванию популяції збудника хвороби в агроценозі (наприклад, борошніста роса на пшениці в центральних і західних областях України), а також в окремі роки за епіфитотійного розвитку тієї чи іншої хвороби.

Створення провокаційного фону — це заходи створення максимально сприятливих умов для контакту і зараження досліджуваних рослин природними популяціями збудників хвороб. До таких заходів належать:

М.П. ЛІСОВИЙ,
доктор біологічних наук, професор,
академік НААН України

О.Г. АФАНАСЬЄВА,
кандидат сільськогосподарських наук

Г.М. ЛІСОВА,
кандидат біологічних наук

З.М. ДОВГАЛЬ,
старший науковий співробітник

І.А. БОЙКО,
науковий співробітник
Інститут захисту рослин НААН

— регулювання строків висіву таким чином, щоб сумістити найбільш сприятливу для інокуляції фазу розвитку рослин із періодом поширення збудника в природі, чи подовжити тривалість контакту рослини і збудника;

— висів поряд із дослідними ділянками сортів, гібридів чи ліній, дуже сприйнятливих до того чи іншого патогена, які в природних умовах уражуються раніше й сильніше за інші і тому можуть бути накопичувачами інфекції та осередками її розповсюдження [2].

Штучні інфекційні фони — це штучно організований розвиток та прояв тієї чи іншої хвороби на дослідних зразках, що є результатом штучного нанесення інфекції і створення оптимальних умов для її реалізації. Такі інфекційні фони забезпечують гарантований контакт рослин з патогенами, рівномірне нанесення та розподіл інфекції на вегетуючих рослинах і в результаті — більшу достовірність випробування стійкості зразків [2].

Особливості створення інфекційних фонів збудників хвороб різні, але всі вони базуються на загальних правилах. Для вдалої інокуляції рослин при селекції їх на стійкість проти збудників хвороб можна виділити такі важливі фактори:

1. Інокулюм має бути високої якості і за складом рас та штамів бути аналогічним тому, що є в ареалі його майбутнього вирощування.

2. Для забезпечення об'єктивних доборів стійкого селекційного матеріалу інокулюм слід наносити на рослину-живителя рівномірно і в оптимальній концентрації.

3. Умови навколишнього середовища під час інокуляції та інкубаційного періоду мають бути оптимальними для розвитку конкретного патогена [3, 4, 5].

Методи створення штучних інфекційних фонів передбачають: дослідження внутрішньої структури фітопатогенів; формування банку як широко розповсюджених, так і потенційно небезпечних штамів патогенів; напрацювання інокулюму і розробку методів його тривалого зберігання; розробку способів зараження рослин та методів виявлення стійких форм; одержання нащадків для залучення їх у наступний етап селекційного процесу.

У селекційній практиці доцільно провадити добори на стійкість водночас проти кількох хвороб. У зв'язку з цим постає потреба у комбінованому інфікуванні рослин. Комбіновані інфекційні фони створюють за допомогою послідовної інокуляції рослин збудниками різних хвороб з урахуванням етапів онтогенезу рослин-живителів та біологічних особливостей патогенів.

Створення стійкого сорту проти одного, а тим більше — кількох патогенів, потребує застосування взаємодоповнюючих методів на рівні макро- і мікродосліджень. Як зазначає Рассел [6], для створення сортів з високою стійкістю необхідно мати спеціальні селекційні програми, у яких зберігаються лише ті рослини, що характеризуються високою груповою стійкістю. Ключовим моментом є методи створення штучних комплексних інфекційних фонів (ШКІФ) для оцінки стійкості рослинного матеріалу на всіх етапах селекційного процесу.

Створення ШКІФ з використанням інфекційного матеріалу збудників різних хвороб на одному рослинному матеріалі, який досліджується протягом одного вегетаційного сезону

ну, дає змогу виявити зразки з ознакою групової стійкості.

Створення сортів і гібридів, що характеризуються груповою стійкістю проти патогена, вимагає знання теоретичних та методичних основ імунології і селекції, що базуються на:

- чітких знаннях закономірностей мінливості збудників хвороб і особливостей виникнення епіфітотій;

- ідентифікації генів, що контролюють властивості вірулентності;

- вивченні діапазонів вірулентності генів щодо генів стійкості;

- створенні банків генів вірулентності;

- володінні методами масового напрацювання інокулюму для зараження вихідного і селекційного матеріалу;

- вибору складу найбільш поширених і потенційно небезпечних генів вірулентності для наступного застосування рас з цими генами при створенні штучних інфекційних фонів;

- володінні методами одночасного зараження патогенами селекційного матеріалу для відбору рослин з груповою стійкістю;

- виборі місця і етапу селекційного процесу, де найбільш доцільно створювати штучний інфекційний фон;

- формуванні банків генів стійкості щодо генів вірулентності окремих патогенів [7].

Однією з ключових проблем під час застосування ШКІФ є різні форми взаємодії збудників хвороб між собою та з рослиною-живителем, в результаті чого оцінка групової стійкості сорту може бути недостовірною.

При застосуванні ШКІФ для створення сортів з груповою стійкістю проти патогенів слід уникати конкуренції видів збудників. Для запобігання цьому явищу необхідно враховувати біологічні особливості розвитку збудників і не робити одночасного зараження рослин.

Методика досліджень. Для створення штучних інфекційних фонів співробітники лабораторії імунітету сільськогосподарських рослин проти хвороб Інституту захисту рослин НААН кожного року формують штучну популяцію патогенів на основі збору інфекційного матеріалу на посівах пшениці озимої в різних регіонах України та даних про расовий і штамовий склад збудників борошністої роси (*Blumeria graminis* DC

Speer f. sp. tritici E.M. Marchal), бурой іржі (*Puccinia recondita f. sp. tritici* Rob. et Desm.), септоріозу (*Septoria tritici* Rob. et Desm.) та церкоспорельозної гнилі (*Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) Deighton).

ШКІФ патогенів створювали на дослідній ділянці Інституту захисту рослин (дослідні поля Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ в смт Глеваха Васильківського району Київської обл.).

Обліки ураженості рослин церкоспорельозною прикореневою гниллю здійснювали за загальноприйнятою методикою А.Ф. Коршунової [8]. Інфекційний матеріал збирали під час маршрутних обстежень за методикою Т.Г. Зражевської [9]. Інтенсивність ураження рослин визначали за умовною шкалою Т.Г. Зражевської та ін. [9]. Виділення в чисту культуру та напрацювання інфекційного матеріалу провадили за методикою В.І. Білай [10].

Обліки ураженості рослин борошністою россою та збір інфекційного матеріалу виконували за методикою Л.Т. Бабаянц, А. Мештерхазі та ін. [11]. Для ідентифікації расового складу патогена використовували загальноприйнятну методику В.І. Кривченка [12].

Обліки ураженості рослин септоріозом провадили за методикою Л.Т. Бабаянц, А. Мештерхазі та ін. [11]; збір та напрацювання інфекційного матеріалу, виділення в чисту культуру — за загальноприйнятою методикою Г.М. Пижикової [13]. Фізіологічну спеціалізацію популяції *S. tritici* визначали згідно з методикою А.А. Саніної [14].

Обліки ураженості рослин буррою іржею провадили за методикою Л.Т. Бабаянц, А. Мештерхазі та ін. [11]; збір та напрацювання інфекційного матеріалу, виділення в чисту культуру — за рекомендаціями М.П. Лісового, В.К. Пантелєєва [15]. Раси збудника буррої іржі пшениці ідентифікували за міжнародним ключем Mains E.V., Jakson H.C. [16].

Штучні інфекційні фони збудників септоріозу, буррої іржі, церкоспорельозу створювали за методиками Л.Т. Бабаянц, А. Мештерхазі та ін. [11].

Технологія створення штучного комплексного інфекційного фону.

Схему технології створення ШКІФ на пшениці озимій в польових умовах наведено на рисунку.

Збудник борошністої роси розвивається з осені (оптимальна тем-

пература повітря 18—20°C) і продовжує інтенсивний розвиток до фази трубкування. Проростання конідій та подальший розвиток хвороби потребують досить високої вологості повітря, оптимальне значення вологості — 80—100%. Проте наявність краплинної вологи не сприяє розвитку збудника борошністої роси.

У Північному і Центральному Ліссестепу України умови, сприятливі для розвитку збудника *B. graminis*, проявляються майже щорічно. Через це відпадає необхідність штучного напрацювання інфекційного матеріалу для інокуляції. Для підсилення ураження борошністою россою необхідно створювати провокаційний фон, висіваючи високосприйнятливими сортами пшениці озимої між досліджуваними зразками. Для накопичувачів інфекції використовували сприйнятливими сорти-заражувачі: Еритроспермум-15, Хань і Хуньдани (Китай), які висівали впоперек ділянок.

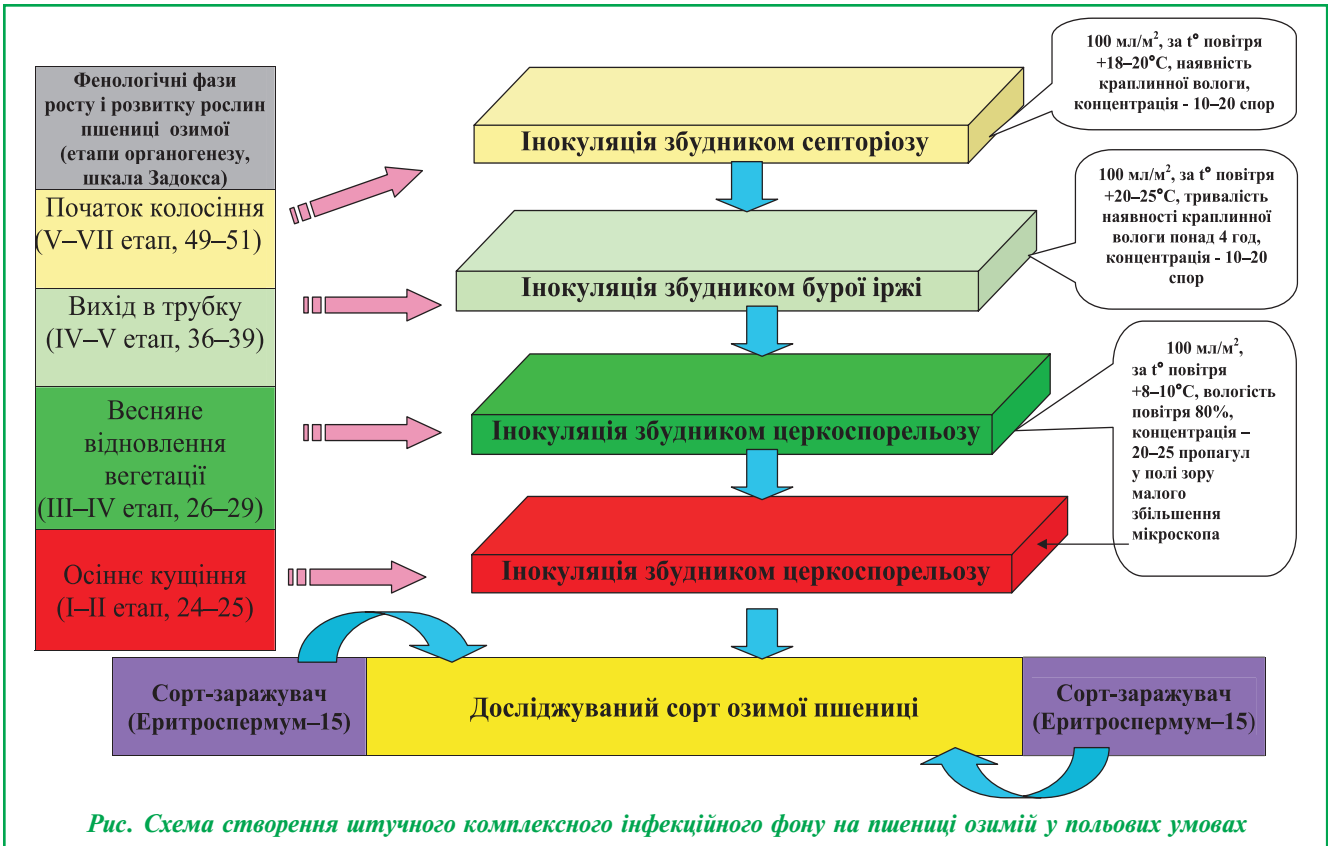
Перед інокуляцією в робочу суспензію спор додавали прилипач Твін-80 із розрахунку 2—3 краплі на 200 мл суспензії.

Застосування ШКІФ є обов'язковим заходом, що забезпечує об'єктивну оцінку і добір стійкого селекційного матеріалу.

Особливістю штучних інфекційних фонів патогенів є те, що їх створення вимагає оцінювати стійкість селекційних матеріалів проти найбільш розповсюджених і вірулентних рас патогенів, які паразитують в зоні майбутнього вирощування сорту.

Результати досліджень. Прикладом застосування наведеної методики створення ШКІФ є дослідження 6-ти колекцій пшениці озимої протягом останніх 5-ти років на наявність групової стійкості проти основних збудників хвороб. Зразки були надані Національним центром генетичних ресурсів рослин України при Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НАНУ (НЦГРРУ).

Протягом 2009—2011 рр. у колекційному розсаднику проаналізовано 303 зразки (три колекції) пшениці озимої різного еколого-географічного походження. Ще за 140-ка зразками (три колекції) продовжуються дослідження. У колекції зразки з різних країн світу — України, Росії, США, Китаю, Канади, Німеччини, Франції, Болгарії, Польщі, Чехії, Румунії, Сербії, Данії, Казахстану, Молдови, Узбекистану, Ірану, Грузії, Австрії, Туркменистану, Чехії, Угорщини, Великобританії.



У результаті досліджень зразків пшениці озимої різного еколого-географічного походження з використанням ШКІФ основних патогенів, нами виділено джерела стійкості проти збудників листових хвороб та церкоспорельозної прикореневої гнилі. У таблиці 1 наведено результати досліджень за трьома колекціями.

У колекції 2008/2009/2011 рр. (117 зразків) 49 зразків виявили стійкість проти борошнистої роси, 24 — проти бурої іржі, 11 — проти церкоспорельозу та 6 — проти септоріозу листя.

Серед 80-ти зразків пшениці озимої колекції 2010/2011/2012 рр. виявилися 80 зразків стійкими проти церкоспорельозу, 20 — бурої іржі, 12 — септоріозу листя та 14 — борошнистої роси.

У колекції з 116-ти зразків пшениці озимої, що досліджували в період 2009/2011 рр., 74 зразки стійкі

проти борошнистої роси, 71 — бурої іржі, 45 — церкоспорельозу та 32 — септоріозу листя.

Більш цінними для селекціонерів є зразки, що характеризуються груповою стійкістю проти двох-трьох збудників хвороб.

За результатами досліджень колекції пшениці озимої у 2008—2012 рр. виділено 11 джерел різного еколого-географічного походження, які характеризуються груповою стійкістю проти збудників бурої іржі, септоріозу, борошнистої роси та церкоспорельозу. Серед них сорти Хмельничанка (Україна), Фіделіус (Росія), Webster (Канада), Bill (Данія), зразки Akratos, Dromos, Perfekt/WW 3449, Samurai (Німеччина), зразок OR 9801757 (США), Isidora (Сербія) та зразок MV Kolo MV417-03 (Угорщина) (табл. 2).

Але, залучаючи до селекційного процесу сорти Хмельничанка, Фіделіус та Isidora, слід враховувати,

що за даними літератури вони мають низьку морозостійкість: на рівні нижче середньої у двох перших сортів та дуже низької у сорту Isidora [18].

Сорти Samurai та Dromos також мають ознаки слабкозимостійкості та слабкопосухостійкості при показниках групової стійкості проти чотирьох збудників хвороб.

У літературі підтверджуються дані щодо високої стійкості проти борошнистої роси сорту Akratos, але він слабкозимостійкий та слабкопосухостійкий [18]. Селекціонерам варто звернути увагу на сорт Webster, який за даними літератури [19] має стійкість проти бурої іржі та є високоврожайним.

Таким чином, нами розроблено метод використання ШКІФ для виявлення зразків пшениці озимої з груповою стійкістю проти чотирьох основних хвороб. Ефективність його використання доведена експериментально при дослідженні стійкості сортозразків пшениці озимої різного еколого-географічного походження з колекції, наданої НЦГРРУ, проти групи збудників хвороб. У польових умовах на штучному комплексному інфекційному фоні виділено 11 сортозразків пшениці озимої, які мають групову стійкість проти чотирьох збудників хвороб.

1. Характеристика колекційного матеріалу за стійкістю проти хвороб із застосуванням ШКІФ

Роки досліджень колекцій	Всього зразків	Кількість і відсоток стійких сортів проти збудників хвороб							
		борошниста роса		септоріоз		бура іржа		церкоспорельоз	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
2008/2009/2011	107	49	45,8	6	5,6	24	22,4	11	10,3
2010/2011/2012	80	14	17,5	12	15,0	20	25	30	37,5
2009/2011	116	74	63,8	32	27,6	71	61,2	45	38,8



ВИСНОВКИ

При застосуванні ШКІФ для створення сортів з груповою стійкістю проти найбільш поширених патогенів слід уникати конкуренції між видами збудників захворювань. Для запобігання цьому явищу необхідно враховувати біологічні особливості розвитку збудників і дуже важливо — правильно обрати фази розвитку рослин для інокуляції.

Створення штучних інфекційних фонів з використанням штучної популяції патогенів дає можливість у короткі терміни підібрати цінні джерела стійкості як із моногенним, так і полігенним контролем цієї ознаки. За оцінювання гібридного матеріалу ця робота дає змогу вибракувати нащадків на перших етапах селекції, що забезпечує економію часу селекціонера при створенні стійких сортів і попереджає невдачі при доборі. Тому інфекційні штучні фони мають стати і вже стають невід'ємною частиною селекційного процесу.

Експериментально доведено ефективність використання ШКІФ на етапі виділення джерел з ознакою групової стійкості. Виділено 11 джерел різного еколого-географічного походження, що характеризуються груповою стійкістю проти збудників бурої іржі, септоріозу, борошнистої роси та церкоспорельозу. Це сорти Хмельничанка (Україна), Фіделіус (Росія), Webster (Канада), Bill (Данія), зразки Akrotos, Dromos, Perfekt/WW 3449 та Samurai (Німеччина), зразок OR 9801757 (США), Isidora (Сербія) та зразок MV Kolo MV417-03 (Угорщина).

ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник із захисту рослин / Бублик Л.І., Васечко Г.І., Васильев В.П. та інші ; за ред. М.П. Лісового — К.: Урожай, 1999. — 744 с.
2. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів : навчальний посібник ; за ред. В.В. Кириченка та В.П. Петренко. — Х.: Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2012. — 320 с.
3. Імунітет рослин / Євтушенко М.Д., Лісовий М.П., Пантелеев В.К., Слюсаренко О.М. — К.: Колодів, 2004. — 303 с.
4. Лісовий М.П. Методичні основи створення штучних інфекційних фонів патогенів в селекції на стійкість / М.П. Лісовий, Г.М. Лісова // Захист і карантин рослин. — 2004. — № 50. — С. 41—51.
5. Кириленко В.В. Обґрунтування створення комплексних штучних інфекційних фонів патогенів при селекції пшениці на групову стійкість / В.В. Кириленко, О.Г. Афанасьєва // Вісник аграрної науки. — 2007. — №7. — С. 49—52.
6. Рассел Г.Э. Селекция растений на устойчивость к вредителям и болезням / Рассел Г.Э. — М.: Колос, 2005. — 421 с.

2. Стійкість сортівзразків пшениці озимої проти групи хвороб (Київська обл., смт Глеваха, 2008—2012 рр.)

№ п/п	Назва зразка	Походження	Борошнеста роса	Септоріоз	Буро іржа	Церкоспорельоз	
			стійкість до хвороб, бал			розвиток хвороби, %	кількість стійких рослин, %
1	Webster	CAN	7	6	7	31,0	100
2	Bill	DNK	7	6	7—6	40,0	75
3	Isidora	SCG	7	6	7	43,0	73
4	Хмельничанка	UKR	6	6	8	43,2	66
5	Фіделіус	RUS	7	6	8	43,2	60
6	Akrotos	DEU	7	7	8	25,0	100
7	Dromos	DEU	7	7	7	41,6	75
8	MV Kolo.MV417-03	HUN	7	6	7	29,2	100
9	OR 9801757	USA	7	6	8	14,5	100
10	Perfekt/WW 3449	DEU	7	7	8	45,0	66
11	Samurai	DEU	7	6	8	38,3	75

7. Лісовий М.П. Стан та перспективи селекції на стійкість щодо збудників основних хвороб рослин в Україні / М.П. Лісовий // Вісник аграрної науки. — 2000. — №12. — С. 70—72.

8. Коршунова А.Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / Коршунова А.Ф., Чумаков А.Е., Щечкочихина Р.И. — Л.: Колос, 1976. — 184 с.

9. Зражевская Т.Г. Особенности проявления церкоспореллезной гнили озимой пшеницы / Т.Г. Зражевская // Микология и фитопатология. — 1982. — Т. 16. — Вып. 1. — С. 54—56.

10. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии / Билай В.И. // Справочник. — К.: Наукова думка, 1982. — 551 с.

11. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ / [Бабаянц Л., Мештерхази А., Вехтер Ф. и др.]. — Прага, 1988. — 322 с.

12. Кривченко В.И. Изучение устойчивости злаковых культур к мучнистой росе / Кривченко В.И. — Л., 1980. — 80 с.

13. Пижикина Г.В. Методы оценки устойчивости селекционного материала и сортов пшеницы к септориозу / Пижикина Г.В., Санина А.А., Супрун Л.М. — М., 1989. — 41 с.

14. Санина А.А. Физиологическая специализация *Septoria tritici* Rob. et. Desm. // Микология и фитопатология. — 1991. — Т. 25. — Вып. 4. — С. 338—342.

15. Науково-методичні основи створення банку генів стійкості пшениці до збудника бурої листкової іржі / Методичні рекомендації [укладачі: М.П. Лісовий, В.К. Пантелеєв]. — Харків, 2000. — 35 с.

16. Mains E.B. Physiologic specialization in the leaf rust wheat *Puccinia triticina* Erikss. / E.B. Mains, H.C. Jackson // Phytopathology. — 1926. — №16. — P. 89—119.

17. Zadoks J.C. Десятичний код для стадії росту хлібних злаків / Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. // Phytologie phytopharmacie. — 1977. — № 26. — P. 129—140.

18. Рябчун Н.І. Формування ознакових колекцій та колекцій сортів-еталонів за ознакою зимостійкості у озимих злаків / Н.І. Рябчун // Селекція та насінництво. — 2012. — Вип. 101. — С. 254—263.

19. Кір'ян В.М. Вихідний матеріал для селекції пшениці озимої на стійкість до борошнистої роси та бурої іржі / В.М. Кір'ян // Серія рослинництво, селекція і насінництво, плодочивництво. — 2009. — № 4. — С. 17—25.

Лесовой М.П., Афанасьєва О.Г., Лесова Г.М., Довгаль З.Н., Бойко І.А.

Искусственный комплексный инфекционный фон: основы создания при селекции пшеницы озимой на групповую устойчивость к основным грибным возбудителям болезней

На основании собственных исследований и предыдущих работ лаборатории иммунитета сельскохозяйственных растений к болезням показана технология использования искусственного комплексного инфекционного фона (ИКИФ) возбудителей бурой ржавчины, септориоза листьев, церкоспореллеза и провокационного фона возбудителя мучнистой росы на растениях пшеницы озимой. При правильном использовании данной схемы можно уменьшить конкуренцию возбудителей и получить необходимый уровень развития болезней для достоверной оценки групповой устойчивости пшеницы.

пшеница озимая, искусственный комплексный инфекционный фон, групповая устойчивость

Lysovyi M.P., Afanasieva O.G., Lisova G.M., Dovgal Z.M., Boiko I.A.

Complex infectious artificial background: bases for its creating during selection of winter wheat for resistance to basic fungal pathogens

On the basis of previous studies and works of laboratory crops immunity to diseases we have suggested the technology for creating complex infectious artificial background (CIAB) of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. et Desm., *Septoria tritici* Rob. et Desm., *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) Deighton and provocative background of powdery mildew pathogen (*Blumeria graminis* DC Speer f. sp. *tritici* E.M. Marchal) on winter wheat plants. During the application of this technology we could reduce competition between pathogens on inoculated plants and obtain the necessary level of disease development for reliable appraisal of group stability of wheat.

winter wheat, complex infectious artificial background, group stability

Рецензент:
Нікішичева К.С., кандидат біол. наук
Інститут захисту рослин НААН