

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ІНСТИТУТ – НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР  
НАСІННЄЗНАВСТВА ТА СОРТОВИВЧЕННЯ

# ІДЕНТИФІКАЦІЯ РАС ЗБУДНИКА БОРОШНИСТОЇ РОСИ ПШЕНИЦІ

*BLUMERIA GRAMINIS* (D.C.) SPEER F. SP.  
*TRITICI* EM. MARCHAL



*Методичні рекомендації*

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Селекційно-генетичний інститут —  
Національний центр насіннезнавства та сортовивчення

**ІДЕНТИФІКАЦІЯ РАС ЗБУДНИКА  
БОРОШНИСТОЇ РОСИ ПШЕНИЦІ  
*BLUMERIA GRAMINIS* (D.C.)  
SPEER F. SP. *TRITICI* EM. MARCHAL**

Методичні рекомендації

Одеса  
«Астропринт»  
2025

У методичних рекомендаціях запропоновано вдосконалену методику виділення клонів борошністої роси та ідентифікації рас патогена. Запроваджено оновлений набір сортів та ліній з відповідними Rm-генами і створено нову систему кодування з використанням літерних позначень, що забезпечує більш інформативний аналіз складу популяції патогена. Методика дозволить вдосконалити моніторинг і ідентифікацію рас борошністої роси.

Призначено для науковців установ системи Національної академії аграрних наук, керівників та спеціалістів сільськогосподарських підприємств різних форм власності.

Авторський колектив:

**В. А. Трасковецька**, науковий співробітник відділу фітопатології та ентомології;

**Н. І. Сауляк**, к. с.-г. н., старший науковий співробітник відділу фітопатології та ентомології;

**О. А. Васильєв**, к. с.-г. н., старший науковий співробітник, завідувач відділу фітопатології та ентомології;

**М. А. Бушулян**, к. с.-г. н., провідний науковий співробітник відділу фітопатології та ентомології;

**О. С. Очкала**, PhD, старший науковий співробітник відділу фітопатології та ентомології;

**А. Є. Солоденко**, к. б. н., старший науковий співробітник, завідувач науково-організаційного відділу;

**З. В. Щербина**, к. с.-г. н., старший науковий співробітник, вчений секретар;

**П. О. Феоктістов**, к. б. н., завідувач відділу стійкості до абіотичних факторів

Рецензенти:

**О. О. Молодченкова**, д. б. н., старший науковий співробітник, завідувач лабораторії біохімії рослин;

**Є. А. Голуб**, к. с.-г. н., в. о. завідувача відділу селекції та насінництва пшениці

Відповідальний за випуск — **В. М. Соколов**, директор інституту, член-кор. НААН;

Друкується за рішенням вченої ради Селекційно-генетичного інституту — Національного центру насіннезнавства та сортовивчення (протокол №6 від 14 серпня 2025 р.)

© Селекційно-генетичний інститут —  
Національний центр насіннезнавства  
та сортовивчення, 2025

© Трасковецька В. А., Сауляк І. Н.,  
Васильєв О. А. [та ін.], 2025

ВСТУП.....	4
1. Обґрунтування методу.....	5
2. Етапи роботи з вивчення расового складу <i>Blumeria graminis</i> (D.C.) Speer f. sp. <i>tritici</i> .....	7
2.1 Збір інфекційного матеріалу .....	7
2.2 Методика вирощування рослин-диференціаторів.....	7
2.3 Виділення аскоспорових ізолятів.....	8
2.4 Виділення моноспорових конідіальних ізолятів та їх розмноження.....	9
2.5 Культивування відрізків листя ліній та сортів-диференціаторів на культурі бензімідазолу.....	11
2.6 Інокуляція відрізків листя сортів-диференціаторів, інкубація та прояв інфекції.....	11
2.7 Фітопатологічна оцінка стійкості або сприйнятливості ліній та сортів-диференціаторів до рас патогена.....	12
3. Кодування рас патогена. ....	12
Список бібліографічних посилань .....	15

## ВСТУП

Борошниста роса є однією з найпоширеніших хвороб пшениці. Збудник, вузькоспеціалізований гриб *Blumeria graminis* (D.C.) Speer f. sp. *tritici* (син. *Erysiphe graminis* (D.C.) f. sp. *tritici* Em. Marchal), належить до відділу Ascomycota, класу Leotiomycetes, порядку Erysiphales, родини Eriysiphaceae, роду *Blumeria*, виду *B. graminis*.

Збудник борошнистої роси пшениці має високу біолого-екологічну пластичність, може виживати, розмножуватись і поширюватись у більшості кліматичних зон, де вирощується ця культура [1–2]; прояви цієї хвороби спостерігаються у Британії, Німеччині, Чехії, Словаччині, Польщі, Прибалтиці, Скандинавії, Франції, Лісостепу України, Поліссі і періодично у степовій частині України [3–5].

В економічно розвинених країнах світу для боротьби з борошнистою росою пшениці розроблено та застосовується інтегрована система захисту рослин, складовими якої є організаційно-господарські, агротехнічні заходи, хімічний та генетичний методи захисту. З усіх наведених методів, генетичний, який базується на використанні у сільськогосподарському виробництві стійких до патогена сортів пшениці, є одним з найбільш виправданих з економічної та екологічної точок зору.

Стійкість сортів пшениці до збудника борошнистої роси не є постійною. Згодом, швидко чи повільно, але спостерігається її втрата. Головна причина цього пов'язана з появою в популяції патогена таких вірулентних рас, що долають стійкість. Вони виникають внаслідок статевих парасексуальних процесів патогена. Інфекція рас гриба також може заноситься з інших регіонів повітряними потоками [6]. Для селекції пшениці на стійкість до збудника борошнистої роси необхідний постійний контроль складу її популяції з метою своєчасного виявлення вірулентних і небезпечних рас та стійких до них сортів і ліній пшениці з ефективними *Pm*-генами.

У циклі розвитку *Blumeria graminis* (D.C.) Speer f. sp. *tritici* спостерігається статева та конідіальна стадія, що мають свої специфічні особливості. Конідії та аскоспори збудника є джерелами інфекції рас патогена. У районах, де вирощується озима пшениця, гриб зимує у конідіально-міцеліальній стадії. Навесні зараження рослин походить від конідій, що утворилися, і аскоспори патогена [7].

Патоген *Blumeria graminis* (D.C.) Speer f. sp. *tritici* перебуває у постійному активному еволюційному розвитку, що супроводжується расоутворюючими процесами. Систематичне вивчення расового складу місцевих популяцій патогена набуває першорядного значення.

Відомо, що рослини та збудники їх хвороб пов'язані один з іншим етапами взаємної еволюції. Створення великого різноманіття нових форм рослин – від сприйнятливих у різній мірі до середньо- і високостійких, є результатом процесу внутрішньої, міжвидової гібридизації та мутагенезу (штучного та природного). Паралельно з цим відбуваються формотворчі процеси у патогена, які призводять до появи значного різноманіття щодо їх вірулентності й агресивності, є

результатом статевої гібридизації, гетерокаріозису, парасексуальних процесів та мутацій [8–9].

Вперше наявність фізіологічних рас борошнистої роси встановив австрійський фітопатолог Waterhouse у 30-ті роки минулого сторіччя [10]. З того часу активно проводяться дослідження расового складу популяцій патогена на території більшості країн світу.

Для ідентифікації рас *Blumeria graminis* (D.C.) Speer f. sp. *tritici* фітопатологи розробили методи їх визначення за допомогою спеціальних наборів сортів-диференціаторів. На жаль, немає єдиного набору диференціаторів рас патогену для науковців всього світу. Натомість у всіх європейських країнах, включаючи Україну, прийнято тест-набір з дев'яти сортів пшениці, запропонований Новером [11]. На основі цього набору ідентифіковано понад 100 рас.

## 1. ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ

У відділі фітопатології та ентомології СГІ–НЦНС вивчення расового складу *Blumeria graminis* (D.C.) Speer f. sp. *tritici* проводиться, починаючи з 1975 року. Результати досліджень наведені у багатьох працях відділу [12–13].

Ідентифікацію рас проводять за допомогою тест-набору з дев'яти сортів пшениці та додаткового ключа, що були запропоновані Новером, та наразі використовують у Європейських дослідних центрах. За всі роки досліджень популяції борошнистої роси Півдня України на основі цього набору ідентифіковано 77 відомих і 38 не описаних раніше рас борошнистої роси.

Проте, запропонована ще в 1957 році методика ідентифікації, перестала об'єктивно відображати процеси, що проходять в популяції патогена в результаті втрати ефективності генів стійкості.

Фітопатологи відділу за останнє десятиріччя провели аналіз досліджень з ідентифікації рас борошнистої роси за методикою Новера за допомогою дев'яти сортів диференціаторів та ключа для кодування рас. Результати досліджень показали, що цей набір сортів-диференціаторів рас патогена вже застарів. У ньому присутні старі сорти пшениці, які давно втратили свою стійкість, їх *Pm*-гени вже не ефективні та кількість їх обмежена. У ньому відсутні лінії та сорти з ефективними *Pm*-генами, тому ідентифікація рас патогена за допомогою цього набору є малоінформативною та недостатньою для селекції пшениці на стійкість до збудника борошнистої роси. Ключ для кодування є недосконалим і застосування його ускладнює роботу.

Для подолання зазначених недоліків, пропонується удосконалена методика з вивчення расового складу збудника борошнистої роси *Blumeria graminis* (D.C.) Speer f. sp. *tritici* за допомогою нового набору диференціаторів рас патогена, їх спеціального кодування та літерного позначення.

У набір диференціаторів рас патогена включено лінії та сорти пшениці з *Pm*-генами 1a, 2, 3c, 4b, 5a, 6, 7, 8, 10, 11, 17, 20, 25, 34, 35, 37. При створенні ключа використовували лінії з *Pm*-генами, що проявляють різну ступінь ефективності до популяції борошнистої роси на території України.

Якщо порівнювати ключі Nover та новостворений, слід відмітити, що спільними є тільки 4 *Pm*-гена: 1a, 2, 4b, 5a, але самі набори генів відрізняються кардинально за ефективністю (табл. 1, табл. 2).

Таблиця 1

Частота вірулентності рас популяції борошністої роси до ліній-носіїв *Pm*-генів набору Nover (2014-2024 pp.)

Сорт, лінія	Гени стійкості <i>Pm</i>	Частота вірулентності, %	
		min	max
CarstenV	1	98	100
Salzmunde Bartweizen 14/44	mlr	93	100
Halle Stamm 13471	Pm2+Mld	77	90
Axminster/8Chancellor	1a	42	67
Ulka/8Chancellor	2	21	57
Assosan/88Chancellor	3a	86	94
Chul/8Chancellor	3b	80	95
Weihenstephan M1	4b	11	66
Hope/8Chancellor	5a	39	65

Таблиця 2

Частота вірулентності рас популяції борошністої роси до ліній-носіїв *Pm*-генів, що пропонуються для нового ключа (2014-2024 pp.)

Сорт, лінія	Гени стійкості <i>Pm</i>	Частота вірулентності, %	
		min	max
Axminster/8*Chancellor	1a	43	67
Ulka/8*Chancellor	2	21	57
Sonora/8*Chancellor	3c	36	52
Weihenstephan M1	4b	11	66
Hope/8*Chancellor	5a	39	65
Michigan Amber/8*Chancellor	6	72	88
Transec	7	32	64
Kavkaz/8*Chancellor	8	48	82
Norin 4	10	67	80
Salmon	11	48	73
Amigo	17	36	44
KS93WGRC28	20	-	2
Saluda*3/PI427662	25	1	4
Saluda*3/TA2492	34	11	30
Saluda*3/TA2377	35	5	23
Saluda*3/PI427315	37	4	19

Різниця між набором Nover та набором, запропонованим нами, в тому, що до нового набору були введені лінії та сорти з ефективними *Pm*-генами. Частота вірулентності для цих ліній мінімальна: від 0 до 4 % рас можуть уражувати носії цих генів. При створенні нового ключа були підібрані диференціатори з *Pm*-генами, що відрізнялися частотою зустрічаємості вірулентних/авірулентних до них рас популяції збудника борошністої роси. Ціллю було охопити все різноманіття популяції та дати більш чітку та конкретну характеристику расовому складу патогену.

## 2. ЕТАПИ РОБОТИ З ВИВЧЕННЯ РАСОВОГО СКЛАДУ ПОПУЛЯЦІЇ *BLUMERIA GRAMINIS* (D.C.) SPEER F. SP. *TRITICI*

У роботі використано вдосконалені фітопатологами СГІ–НЦНС методики В.І. Кривченко [14] з виділення та розмноження моноізолятів патогенна (а саме: температурні режими при активації клейстотеціїв, етап виділення моноконідиальних ізолятів (дозрівання пустул на чашках Петрі для кращого спостереження за пустолюю), фітооцінки відрізків листя диференціаторів рас на культурі бензімідазолу. Запропоновано нову систему кодування рас патогена.

### 2.1. ЗБІР ІНФЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Для визначення *Blumeria graminis* (D.C.) Speer f. sp. *tritici* у певній зоні чи районі необхідно мати інфекційний матеріал у вигляді клейстотеціїв з аскоспорами та конідій гриба.

Наприкінці вегетації рослин пшениці уражені листки збирають з сортів, висіяних у так званих розсадниках-пастках, які кожного року закладаються на посівах відділу фітопатології та ентомології СГІ–НЦНС. Також листя з клейстотеціями гриба відбирають під час маршрутних обстежень полів Півдня України. Відібраний матеріал зберігають у холодильнику за температури 4–5°C до початку робіт для виділення з них аскоспор.

Паралельно на рослинах тих самих сортів під час вегетації, в тій же зоні або районі, так само відбирають листя з конідиальним спорошенням гриба. Інфекцію з листя розмножують на рослинах сприйнятливої сорту пшениці в контрольованих умовах штучного клімату (оранжеря, кліматична камера).

### 2.2. МЕТОДИКА ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН-ДИФЕРЕНЦІАТОРІВ

Рослини сприйнятливої сорту пшениці вирощують за умов штучного клімату (кліматична камера, світлоустановка, теплиця) у вазонах об'ємом 1 л (рис. 1). Важливо відмітити, що насіння сприйнятливої сорту в кількості 20 насінин висівають по центру вазона колом, що по розмірам відповідає діаметру нижньої частини скла від ліхтаря «кажан». У кліматичній камері підбирають параметри, оптимальні для розвитку патогена та рослини-господаря (температура 18<sup>0</sup>C, відносна вологість 60–80%, освітлення 7–12 клк, тривалість дня 14–16 годин).



Рис. 1. Розташування насіння сприйнятливого сорту у вазоні

Для запобігання будь-якій зовнішній інфекції рослини ізолюють склом від ліхтаря «кажан», закритих ватно-марлевым тампоном (рис. 2). Рослини ліній та сортів-диференціаторів вирощують у стерильних умовах у вазонах. Перед інокуляцією рослин видаляють восковий наліт шляхом протирання листя рукою, змоченою водою.



Рис. 2. Ізолювання рослин

### 2.3. ВИДІЛЕННЯ АСКОСПОРОВИХ ІЗОЛЯТІВ

У лабораторних умовах з клейстотецій виділяють аскоспорову культуру гриба. З цією метою рослини сприйнятливого сорту (ми використовували як стандарт сприйнятливості до борошнистої роси сорт пшениці Одеська напівкарликова) вирощують у горщиках до появи другого листка при ізоляції склом від ліхтаря «кажан», закритим зверху ватно-марлевым тампоном.

Перед виділенням аскоспор із клейстотецій проводять їх активацію. З цією метою чергують їх нагрівання ( $20-25^{\circ}\text{C}$ ) і охолодження ( $4-5^{\circ}\text{C}$ ) протягом 10 діб (кожні 12 годин, з різкими переходами від нагрівання до охолодження і навпаки)

Для виділення аскоспорової культури гриба відрізки листя з клейстотеціями наклеюють на зволожений фільтрувальний папір, розміщений у середині нижньої кришки чашки Петрі (рис. 3)



Рис. 3. Клейстотеції з аскоспорами

Верхню кришку також вистилають звоженим фільтрувальним папером. Накривши, створюють вологу камеру для набухання клейстотецій. Перегорнувши її, встановлюють на скляний ізолятор «кажан» над рослинами у вазоні зі сприйнятливым сортом пшениці, попередньо видаливши ватно-марлевий тампон (рис. 4).



Рис. 4. Інфікування рослин з клейстотецій

Щодня приклеєні відрізки листя з клейстотеціями звожують водою за допомогою пульверизатора.

За оптимальних умов розвитку борошнистої роси (температура  $15-20^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість 70–90%, інтенсивність освітлення 4-10 клк, тривалість світлового дня 10–12 годин) перші конідії гриба з'являються на 17–20 день. Після цього з добре розвинених пустул з конідіями гриба, що сформувалися, проводять виділення моноспорових ізолятів.

### 2.4. ВИДІЛЕННЯ МОНОСПОРОВИХ КОНІДАЛЬНИХ ІЗОЛЯТІВ ТА ЇХ РОЗМНОЖЕННЯ

Для розмноження та підтримання моноклонів використовують рослини пшениці сприятливих сортів (наприклад, Одеська напівкарликова). Їх вирощують у горщиках (посів 10 насінин), дотримуючись умов жорсткої ізоляції, а в момент

появи проростків, сходи накривають склом від ліхтаря «кажан» закритого зверху ватно-марлевым тампоном. Ізолятори знімають у боксі безпосередньо перед інокуляцією, коли у рослин з'являється другий лист. Окремі проростки видаляють (проріджують посів). У тих, що залишилися, видаляють восковий наліт з поверхні листя легким потиранням між зволженими пальцями і на кожен рослин надівають скляну трубку, закриту зверху клаптиком зволоженої вати. Підготовку рослин для нанесення на них моноклонів на цьому завершують (рис. 5).



Рис. 5. Ізолювання окремих рослин

Виділення моноспорових конідіальних ізолятів проводять у ламінарному боксі за дотримання всіх правил антисептики (зnezараження рук виконавця, стерильна поверхня ламінару, палаюча спиртівка, пропалювання в її полум'ї препарувальної голки).

Відбирають листя рослин з добре розвиненими пустулами та конідіями гриба. Тонку препарувальну голку, попередньо змочену водою, вводять у поле зору біокуляра. Підносять до однієї з окремо лежачих конідій та підчеплюють її легким торканням кінчиком голки. Знімають трубку з ізолюваної рослини, наносять на лист виділену конідію та знову ізолюють рослину. Спору наносять ближче до основи листової пластинки. На одну рослину наносять лише одну конідію. Цю операцію проводять доти, доки не буде виділено необхідної кількості спор. Після кожного пасажу голку обпалюють у полум'ї спиртівки.

Для характеристики расового складу популяції в конкретній зоні або районі, кількість виділених моноізолятів патогена повинна відповідати відношенню «ізолят : раса», як 20 : 1 (враховуються ризики всіх етапів роботи як середній показник). Після зараження рослин в трубках протягом двох тижнів кожного дня передивляються та по мірі появи пустул листя зрізають та ізолюють у чашки Петрі (на нижню кришку якої розташовують фільтрувальний папір змочений у 0,004% розчині бензімідазолу та предметне скло, на якому розташовують частину листя з пустолюю, нижня частина зі зрізом прижмається до фільтрувального паперу ваткою змоченою в бензімідазолі). Чашки Петрі розміщують на світлоустановці і протягом чотирьох діб спостерігають. Якщо на відрізок листя з'являються додаткові пустули то ці відрізки бракуються. У подальшу роботу беруться відрізки листя на яких залишилась тільки одна

пустула. Далі з однієї пустоли проводять зараження рослин, вирощених в стерильних умовах під склом від ліхтаря «кажан», для розмноження ізоляту.

## 2.5. КУЛЬТИВУВАННЯ ВІДРІЗКІВ ЛИСТЯ ЛІНІЙ ТА СОРТІВ-ДИФЕРЕНЦІАТОРІВ НА КУЛЬТУРІ БЕНЗІМІДАЗОЛУ

Вивчення реакції носіїв відомих генів стійкості пшениці (диференціаторів) проводять у фазу проростків на культурі ізолюваного листя з використанням 0,004% розчину бензімідазолу.

Листя рослин-диференціаторів, вирощених у стерильних умовах, розрізають на шматочки довжиною 4 см. У ростильню укладають 2-3 шари фільтрувального паперу, змоченого 0,004% розчином бензімідазолу. У кожен з них на фільтрувальний папір розкладають по 2 відрізки листя кожного з 16-ти диференціаторів, пронумерованих за порядком на смужках паперу. Кінцівку відрізків листя (не менше 3 см) притискають смужкою скла. Зверху ростильні вкривають склом, після чого вони готові для інокуляції моноізолятами патогена (рис. 6).



Рис. 6. Ростильня з відрізками листя

## 2.6. ІНОКУЛЯЦІЯ ВІДРІЗКІВ ЛИСТЯ ДИФЕРЕНЦІАТОРІВ, ІНКУБАЦІЯ ТА ПРОЯВ ІНФЕКЦІЇ

Інокуляцію проводять шляхом струшування конідій на відрізки листя (один моноклон на одну ростильню) в ламінарному боксі, з дотриманням усіх умов антисептики (зnezараження рук виконавця, стерильна поверхня ламінару, палаюча спиртівка). Після інокуляції ростильні з відрізками листя диференціаторів виставляють на світлоустановку з оптимальними для розвитку борошнистої роси умовами (температура 18–20°C, вологість 70–90%, інтенсивність освітлення 4–10 клк, тривалість світлового дня 10–12 годин).

У ростильні періодично підливають розчин бензімідазолу для постійної підтримки фільтрувального паперу у вологому стані.

Кількість ростилень з набором відрізків листя диференціаторів має відповідати кількості виділених та розмножених моноізолятів патогену.

## 2.7. ФІТОПАТОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТІЙКОСТІ АБО СПРИЙНЯТЛИВОСТІ ЛІНІЙ ТА СОРТІВ-ДИФЕРЕНЦІАТОРІВ ДО РАС ПАТОГЕНА

Оцінку стійкості чи сприйнятливості ліній та сортів-диференціаторів до рас патогена проводять на 10–12 день після інокуляції, при максимальному прояві інфекції, використовуючи шкалу оцінювання (табл. 3).

Таблиця 3

Шкала оцінювання стійкості пшениці до збудника борошнистої роси за характером прояву хвороби

Тип ураження	Характер проявлення хвороби	Ступінь стійкості/сприйнятливості
0	Ознаки хвороби відсутні	Дуже висока стійкість
VR	Хлороз та некроз без спороношення	Висока стійкість
R	Слабкий розвиток міцелію, мілкі пустули в хлорозних і некрозних плямах	Стійкість
MR	Слабкий розвиток міцелію, маленькі та середні пустули в хлорозних та некрозних плямах	Помірна стійкість
MS	Помірний розвиток міцелію, маленькі/середні пустули без хлорозу та некрозу	Слаба сприйнятливість
S	Пухкий міцелій, пустули великі, спороношення масове	Сприйнятливість
VS	Добре розвинутий міцелій, масове спороношення	Висока сприйнятливість

Оцінюють тип реакції відрізків листя на інфекцію кожного ізоляту патогена. Типи реакції 0, VR, R та MR характеризують авірулентність, типи MS, S, VS – вірулентність ізолятів патогена.

Раса патогена складається з ізолятів (клонів), що мають однакові показники з авірулентності та вірулентності до 16-ти ліній та сортів тест-набору диференціаторів.

### 3. КОДУВАННЯ РАС ПАТОГЕНА

У набір диференціаторів рас патогена включені лінії та сорти пшениці з *Pm*-генами 1a, 2, 3c, 4a, 5a, 6, 7, 8, 10, 11, 17, 20, 25, 34, 35, 37 (табл. 4). Сорти та лінії носії окремих ідентифікованих генів стійкості до борошнистої роси отримані нами від USDA ARS (Agricultural Research Service), США [15].

Лінії та сорти пшениці з генами стійкості до *Blumeria graminis* (D.C.) Speer f. sp. *tritici*

Таблиця 4

Лінія, сорт	Номер каталогу	<i>Pm</i> -ген
Axminster/8*Chancellor	PI191311	1a
Ulka/8*Chancellor	Citr14114	2
Sonora/8*Chancellor	Citr14122	3c
Arkas	PI 428502	4b
Hope/8*Chancellor	Citr14125	5a
Michigan Amber/8*Chancellor	Citr158888	6
Transec	Citr14189	7
Kavkaz/8*Chancellor	-	8
Norin 4	PI235228	10
Salmon	PI542976	11
Amigo	PI578213	17
KS93WGRC28	PI583795	20
Saluda*3/PI427662	PI599035	25
Saluda*3/TA2492	PI604033	34
Saluda*3/TA2377	PI597350	35
Saluda*3/PI427315	PI615588	37

Для кодування раси використовуємо код ідентифікації (табл. 5) за реакціями ліній та сортів пшениці з *Pm*-генами у 4-х наборах на інфекцію ізолятів патогену [16].

Код складається з 16 літер (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P). Для ідентифікації раси по горизонталі розміщують по чотири лінії з визначеними *Pm*-генами. Назва раси складається з чотирьох літер. Перша літера визначається вірулентністю/авірулентністю ізоляту патогену до ліній з генами *Pm1a*, *Pm2*, *Pm3c*, *Pm4b* (Набір 1). Друга літера назви раси визначається за проявом реакції вірулентності/авірулентності цієї раси до ліній з генами *Pm5a*, *Pm8*, *Pm17*, *Pm34* (Набір 2). Третя літера назви раси визначається за вірулентністю/авірулентністю до ліній з генами *Pm6*, *Pm10*, *Pm20*, *Pm35* (Набір 3). Четверта літера назви раси визначається за вірулентністю/авірулентністю до ліній з генами *Pm7*, *Pm11*, *Pm25*, *Pm37* (Набір 4).

Наприклад, якщо до всіх *Pm*-генів (до ліній всіх чотирьох наборів) раса авірулентна, то така раса має код «AAAA». Коли раса вірулентна до всіх *Pm*-генів, то раса має код «PPPP». Коли раса авірулентна до генів набору 1 (у нашому випадку *Pm3c*), набору 2 (у нашому випадку *Pm17* і *Pm34*), набору 3 (у нашому випадку *Pm20* і *Pm35*) і набору 4 (у нашому випадку *Pm11* і *Pm25*), і вірулентна до генів набору 1 (у нашому випадку до *Pm1a*, *Pm2*, *Pm4b*), набору 2 (у нашому випадку *Pm5a* і *Pm8*), набору 3 (у нашому випадку *Pm6* і *Pm10*) і набору 4 (у нашому випадку *Pm7* і *Pm37*) то код цієї раси «NKKH».

Таблиця 5

Код ідентифікації для *Blumeria graminis* (D.C.) Speer f. sp. *tritici* за реакціями ліній та сортів пшениці з *Pm*-генами у 4-х наборах на інфекцію ізолятів патогену

Набір	Лінії з <i>Pm</i> -генами			
	1a	2	3c	4b
Набір 1	1a	2	3c	4b
Набір 2	5a	8	17	34
Набір 3	6	10	20	35
Набір 4	7	11	25	37
Код				
A	a	a	a	a
B	v	a	a	a
C	a	v	a	a
D	a	a	v	a
E	a	a	a	v
F	a	a	v	v
G	a	v	a	v
H	v	a	a	v
I	a	v	v	a
J	v	a	v	a
K	v	v	a	a
L	a	v	v	v
M	v	a	v	v
N	v	v	a	v
O	v	v	v	a
P	v	v	v	v

Примітки: а – авірулентність (0, VR, R, MR) (стійкі лінії),  
в – вірулентність (MS, S, VS) (сприйнятливі лінії).

Універсальність запропонованого методу ідентифікації рас ґрунтується на тому, що набір сортів-диференціаторів можна замінити або оновлювати в залежності від зміни ефективності генів, носії яких запропоновані в нашому наборі.

## СПИСОК БІБЛОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

- Лісова Г.М., Коновалова С.А., Кириленко В.В., Гуменюк О.В. Розкриття потенціалу стійкості сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції до збудників листових хвороб, типових для зони правобережного лісостепу України. Фітосанітарна безпека. 2024. Вип. 70. С. 211–224. DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.211-224>
- Кирильчук А.М., Дутова Г.А., Гринів С.М., Орленко О.Б., Безпрозвана І.В., Кулик Т.Є., Макарчук Б.М. Пластичність нових сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) за врожайністю в різних ґрунтово-кліматичних умовах України. Plant Varieties Studying and Protection. 2024.Т. 20. № 1. С. 44–54. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.1.2024.297224>
- Hurni S., Brunner S., Stirnweis D., Herren G., Peditto D., McIntosh R.A., Keller B. The powdery mildew resistance gene *Pm8* derived from rye is suppressed by its wheat ortholog *Pm3*. The Plant Journal. 2014. Vol. 79. No 6. P. 904–913. DOI: 10.1111/tpj.12593.
- Моргун В.В., Топчий Т.В. Пошук нових джерел стійкості пшениці озимої до основних збудників грибних хвороб. Фізіологія рослин і генетика. 2016. Т. 48. № 5. С. 393–400. URL: <https://doi.org/10.15407/frg2016.05.393>
- Tao Y., Vlasenko V., Wu L. Cloning and bioinformatics analysis of wheat powdery mildew resistance related gene TAGDSL. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2021. № 2(44). С. 66–72. URL: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.9>.
- Kumar S., Singroha G., Bhardwaj S.C. et al. Multienvironmental evaluation of wheat (*Triticum aestivum*L.) germplasm identifies donors with multiple fungal disease resistance. Genetic Resources and Crop Evolution. 2019. Vol. 66. No 4. P. 797–808.
- Babayants O.V., Babayants L.T. Fundamentals of breeding and methodology of assessment of wheat for resistance to pathogens. 2014. Odessa. PBGI–NCSCI. VMV. 401 p.
- Жупина А.Ю., Базалій Г.Г., Усик Л.О., Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О. Успадкування стійкості до борошнистої роси (*Blumeria graminis* F. sp. *tritici* Bgt.) гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. Аграрні інновації. 2022. № 13.С. 199–208. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.29>
- Дідур І.М., Панцирева Г.В., Яковець Л.А. Екологічна стійкість сортів пшениці озимої. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2024. № 140. С. 126–131. Режим доступу: [https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/140\\_2024/18.pdf](https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/140_2024/18.pdf)
- Дубініна Л.О., Барановська В.Л. Расовий склад популяції збудника борошнистої роси ячменю у зоні Степу України. Вісник Одеського національного університету. Біологія. 2022. №12(5). С. 95–102.
- Nover I. Physiologische Spezialisierung des echten Mehltaus. Phytopathol. 1957. Z. 31, No 1. 85 c.

12. Babayants O.V., Babayants L. T., Traskovetskaya V. A., Gorash A. F., Saulyak N. I., Galaev A.V. Race composition of *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. tritici in the South of Ukraine and effectiveness of *Pm*-genes in 2004–2013. Cereal Research Communication. 2015. Vol. 43, No 3. P. 449–458. doi: 10.1556/0806.43.2015.011.
13. Трасковецька В. А., Сауляк Н. І., Терновий К. П., Бабаянц О. В., Бабаянц Л.Т., Галасв О. В. Ефективність генів стійкості пшениці (*Triticum aestivum* L.) до збудника борошнистої роси *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. tritici у Степу України. Збірник наукових праць СГІ–НЦНС. 2018. Вип. 31 (71). С. 45–58.
14. Кривченко В.И. Методические указания по устойчивости злаковых культур к мучнистой росе / В.И. Кривченко. — Л.: ВИР, 1975. — 56 с.
15. Agricultural Research Service U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. URL: <https://www.ars.usda.gov/>
16. Traskovetskaya, V.; Gorash, A.; Liatukas, Ž.; Saulyak, N.; Ternovyi, K.; Babayants, O.; Ruzgas, V.; Leistrumaitė, A. Virulence and Diversity of the *Blumeria graminis* f. sp. tritici Populations in Lithuania and Southern Ukraine. Zemdirb.-Agric. 2019, 106, 107–116.

I–29 **Ідентифікація** рас збудника борошнистої роси пшениці *Blumeria graminis* (D.C.) Speer f. sp. *Tritici* Em. Marchal : методичні рекомендації / авт. кол.: В. А. Трасковецька, Н. І. Сауляк, О. А. Васильєв [та ін.] ; Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннезнавства та сортівивчення. — Одеса : Астропринт, 2025. — 20 с.

ISBN 978–617–8569–55–6

У методичних рекомендаціях запропоновано вдосконалену методику виділення клонів борошнистої роси та ідентифікації рас патогена. Запроваджено оновлений набір сортів та ліній з відповідними *Pm*-генами і створено нову систему кодування з використанням літерних позначень, що забезпечує більш інформативний аналіз складу популяції патогена. Методика дозволить вдосконалити моніторинг і ідентифікацію рас борошнистої роси.

Призначено для науковців установ системи Національної академії аграрних наук, керівників та спеціалістів сільськогосподарських підприємств різних форм власності.

УДК 633.11:631.524.86

*Наукове-виробниче видання*

**ТРАСКОВЕЦЬКА Віта Анатоліївна,  
САУЛЯК Надія Іванівна,  
ВАСИЛЬЄВ Олексій Анатолійович,  
та інші**

**ІДЕНТИФІКАЦІЯ РАС ЗБУДНИКА  
БОРОШНИСТОЇ РОСИ ПШЕНИЦІ  
*BLUMERIA GRAMINIS* (D.C.)  
SPEER F. SP. *TRITICI* EM. MARCHAL**

Методичні рекомендації

Надруковано з готового оригінал-макета  
в авторській редакції

Завідувачка редакції *Т. М. Забанова*  
Дизайнер обкладинки *О. А. Кунтарас*

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 1,16.  
Тираж 100 прим. Зам. № 476 (134).

Видавництво і друкарня «Астропринт»  
65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21  
Тел.: (0482) 37-14-25, 33-07-17, (048) 7-855-855  
e-mail: [astro\\_print@ukr.net](mailto:astro_print@ukr.net); [www.astroprint.ua](http://www.astroprint.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.

