



# Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.95:574.34:  
632.981:633  
© 2025

## РЕГУЛЯЦІЯ ФІТОПАТОГЕННОЇ МІКОБІОТИ РОСЛИННИМИ УГРУПОВАННЯМИ ЯК МЕТОД КОНТРОЛЮ ФІТОПАТОГЕНІВ В АГРОЕКОСИСТЕМАХ

А.І. Парфенюк<sup>1</sup>, О.С. Дем'янюк<sup>2</sup>, І.В. Безноско<sup>3</sup>

<sup>1</sup>доктор біологічних наук

<sup>2</sup>доктор сільськогосподарських наук

<sup>3</sup>кандидат біологічних наук

Інститут агроекології і природокористування

Національної академії аграрних наук України

вул. Метрологічна, 12, Київ, 03143, Україна

e-mail: <sup>1</sup>vereskar@ukr.net, <sup>2</sup>demolena@ukr.net, <sup>3</sup>beznoskoirina@gmail.com

ORCID: <sup>1</sup>0000-0003-0169-4262, <sup>2</sup>0000-0002-4134-9853,

<sup>3</sup>0000-0002-2217-5165

Надійшла 09.10.2024

**Мета.** Обґрунтувати ефективність регуляції фітопатогенного фону в агрофітоценозах за взаємодії культурних рослин із фітопатогенними мікроміцетами як методу зниження біологічного забруднення агроecosистеми. **Методи.** Для проведення системного аналізу, узагальнення знань і матеріалів власних наукових досліджень авторів щодо взаємодії фітопатогенного мікобіому з рослинними угрупованнями, а також опрацювання аналітичних матеріалів низки наукових установ України та світу застосовували екологічні, фітопатологічні, фітоімунологічні та математико-аналітичні методи. **Результати.** Узагальнено сучасні методи контролю фітопатогенного фону в агроценозах, які містять агрономічні, регулятивні, генетичні, фізичні, хімічні та біологічні підходи, що використовуються як окремо, так і в комбінації. Вивчено вплив антропогенних факторів на мікробіом ґрунту, зокрема через інтенсивне застосування пестицидів і добрив, яке загрожує зниженням мікробного різноманіття та продуктивності агроценозів. Доведено важливість ендofітних мікроорганізмів та кореневих екзометаболітів для процесу регуляції фітопатогенного мікобіому. **Висновки.** Рекомендовано до впровадження у виробництво нові методичні підходи та методи регуляції фітопатогенного фону в агроценозах, спрямовані

на селекцію на стійкість сільськогосподарських культур до шкідників та збудників хвороб, створення біологічних препаратів захисної та удобрювальної дії. Реалізація подібних досліджень має супроводжуватися підготовкою наукових фахівців вищої кваліфікації за напрямом біобезпеки агроecosистем та розробленням відповідного сучасного навчально-методичного забезпечення.

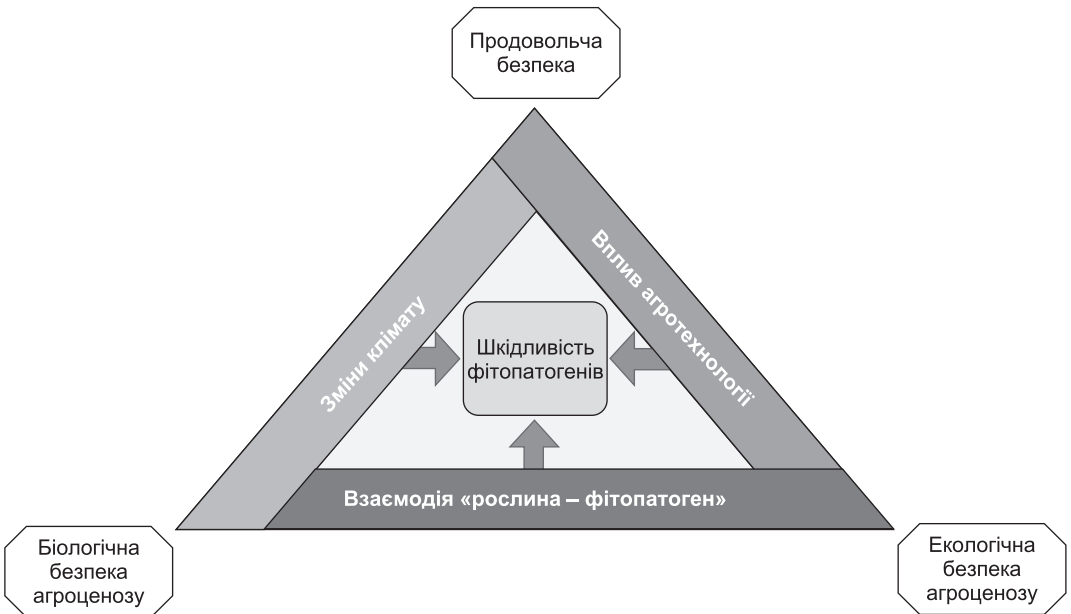
**Ключові слова:** біобезпека, біологічне забруднення, регуляція, фітопатогенний фон, екзометаболіти рослин, біопрепарати, сільськогосподарські рослини, агроecosистема.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202502-07>

Перед сільським господарством стоїть актуальне завдання — збільшити виробництво продукції рослинництва з одиниці площі для забезпечення продовольчої безпеки за мінімального впливу на стан навколишнього середовища [1]. Для цього слід обов'язково враховувати зміни клімату (рис. 1), що впливають як на самі рослини, так і на фітопатогени; змінюють структуру фітопатогенного комплексу, домінуючі види, їх стратегію розвитку, ступінь шкідливості; викликають низку

різноманітних непередбачуваних фізіологічних процесів [2, 3].

Важливим чинником виробництва продукції рослинництва є збереження врожаю від впливу шкідливих організмів. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО) констатує: щороку від шкідників і хвороб у світі гинуть до 40% сільськогосподарських культур. Загальний обсяг збитків від негативної дії лише патогенів сільськогосподарських культур сягає 220 млрд дол. США [4, 5].



**Рис. 1.** Фітопатогени як потужний чинник впливу на продовольчу, біологічну й екологічну безпеку агроценозів

Подібна ситуація, зокрема значне погіршення фітосанітарного стану агроценозів, характерні й для України. Це призводить до недобору близько 25% урожаю, а в окремі роки, за зростання чисельності шкідників і епіфітотії хвороб, — навіть до 80% [6].

В Україні, як і в усьому світі, пошук та впровадження ефективних методів регулювання фітопатогенної мікробіоти, а також мікробіоти, є надзвичайно важливим напрямом в аграрній науці, що забезпечує стабільне й ефективне виробництво сільськогосподарської продукції та сировини. На засіданні Бюро Президії Національної академії аграрних наук України, яке відбулося 21 серпня 2024 р., розглядалося важливе питання контролю фітопатогенної мікробіоти в сільськогосподарських екосистемах. Основним завданням було визначено пошук заходів, спрямованих на зниження рівня біологічного забруднення агроecosистем, покращення їх екологічної безпеки та підвищення продуктивності. Особливу увагу слід приділяти питанням впливу рослин різних сортів на формування фітопатогенного мікробіому, враховуючи зміни клімату, забруднення агроценозів новими штамми фітопатогенів та активний розвиток деградаційних процесів, що посилюються внаслідок воєнних дій.

**Мета досліджень** — обґрунтувати ефективність регуляції фітопатогенного фону в агрофітоценозах за взаємодії культурних рослин із фітопатогенними мікроміцетами як методу зниження біологічного забруднення агроecosистеми.

**Матеріали та методи досліджень.** На основі результатів досліджень Інституту агроecології і природокористування НААН узагальнено знання й матеріали, отримані авторами у результаті вивчення регуляції фітопатогенної мікробіоти рослинними угрупованнями, а також опрацювання загальнодоступних аналітичних матеріалів інших наукових установ України та світу. Дослідження проводилися впродовж

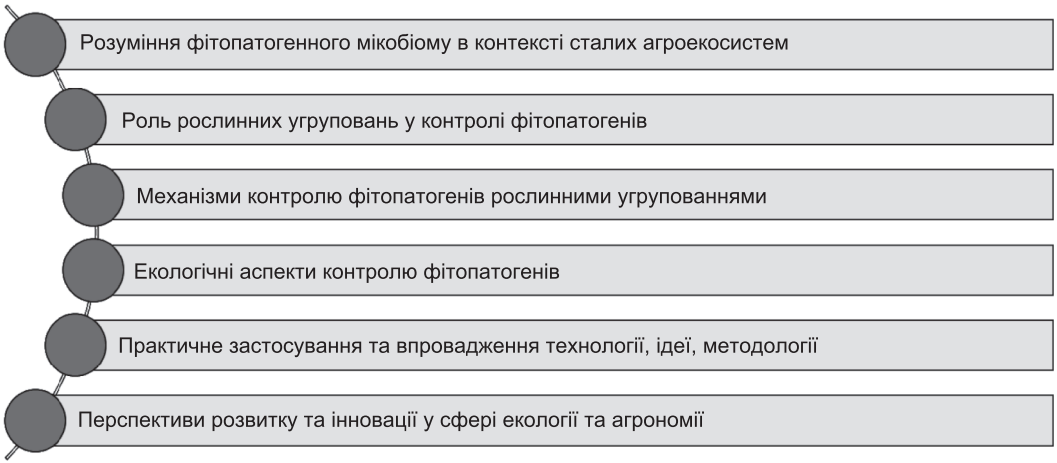
2016–2024 рр. і тривають дотепер на базі Інституту агроecології і природокористування НААН. Методи дослідження: екологічні — вивчення особливостей взаємодії мікроміцетів з рослинами; фітопатологічні — визначення зміни життєвих циклів мікроміцетів у різних умовах вирощування культур; фітоімунологічні — вивчення імунологічних реакцій рослин на ураження фітопатогенами; математико-статистичні — обробка первинних даних та оцінювання вірогідності одержаних результатів досліджень.

**Результати досліджень.** За довгу історію сільського господарства розроблено різноманітні підходи до керування взаємодією «рослина — патоген», завдяки чому створено систему на користь рослини, щоправда, недостатньо ефективну для контролювання фітопатогенів [7]. Залежно від культури, патогену, географічного розташування, використовуваних технологій, політики регулювання та інших чинників ці методи контролю шкідливих організмів в агроценозах можуть бути агрономічними, регулятивними, генетичними, фізичними та хімічними, використовуватися як окремо, так і в комбінації.

Загально визнано, що за інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур мікробне різноманіття ґрунту через надмірний вплив на стан ґрунтів пестицидів, добрив, важких металів та антибіотиків істотно зменшується і до 2050 р. може скоротитися більш ніж на 30%. Це становить серйозну загрозу для навколишнього середовища і може призвести до зниження продуктивності агроценозів на 45–75% [8–10].

Загалом питання регуляції фітопатогенного мікробіому рослинними угрупованнями з метою зниження біологічного забруднення агроecosистем розглядають у певних аспектах (рис. 2).

Варто згадати і про екологічні підходи ЄС щодо сільського господарства, зокрема про Європейський «зелений» курс, стратегії «Від ферми до виделки»,



**Рис. 2. Ключові аспекти контролю фітопатогенного мікробіому рослинними угрупованнями**

«Стратегії біорізноманіття ЄС до 2030: повернення природи у наше життя», які обмежують застосування пестицидів, агрохімікатів, антибіотиків та підтримують перехід до сталих методів ведення сільського господарства, зокрема до екологізації захисту рослин [11].

Основні правові, організаційні та економічні засади діяльності в цій галузі визначені Законами України «Про захист рослин», «Про карантин рослин», «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції», а також низкою державних стандартів та нормативних документів, регіональних програм розвитку аграрного сектору, що передбачають заходи з впровадження екологічно безпечних методів землеробства, серед яких чільне місце посідає використання рослинних угруповань для регуляції чисельності фітопатогенних організмів в агроценозах [12–17].

Загалом світова та вітчизняна наукові спільноти, які займаються вивченням взаємодії рослинних угруповань та мікроорганізмів, застосовують для цього широкий спектр підходів — від молекулярної біології до практичної агрономії, вносять значний вклад у розвиток

стійкого та екологічно безпечного сільського господарства [18, 19].

Науковцями розроблено стратегії інтегрованого захисту рослин та визначено чинники впливу кліматичних змін на поширення фітопатогенних мікроорганізмів (Вагенінгенський університет, Нідерланди; Університет доктора Рамманохара Лохія Авад, Індія) [20]. Розроблено також методи біологічного контролю фітопатогенних мікроорганізмів (Каліфорнійський університет, США; Міністерство сільського господарства, Науково-дослідний центр Волкані, Ізраїль) [21]. Визначено молекулярні механізми взаємодії рослин з патогенами (Університет Бонна, Німеччина; Коледж сільського господарства Гуйчжоуського університету, Китай) [22]. Доведено, що мікробіом ризосфери може містити симбіонти, зокрема мікоризні гриби чи ризобії, що слугують додатковим чинником захисту рослин від збудників хвороб та шкідників (Токійський аграрно-технічний університет, Японія; Національний університет Цзяї, Тайвань) [23].

Отже, взаємодія рослин і мікроорганізмів уже давно є темою досліджень багатьох субдисциплін, які демонструють важливість такої взаємодії у сільському

господарстві. Цьому сприяє розвиток науково-технічного прогресу, застосування молекулярно-генетичних методів, методів секвенування нового покоління, метагеноміки.

Водночас, попри величезний потенціал взаємодії рослинних мікробіомів у сільському господарстві, асоційовані мікробні спільноти та їх взаємодія досліджені недостатньо. Установи України, що займаються вивченням взаємодії рослинних угруповань та мікроорганізмів, представлені як науково-дослідними інституціями НАН України, НААН, закладами вищої освіти, так і приватними компаніями (наприклад, БТУ-Центр (виробник мікробних і ферментних препаратів), Інститут здоров'я рослин (Укравіт)).

У наукових установах Національної академії аграрних наук України дослідження проводяться в межах низки програм наукових досліджень: ПНД 6 «Екологічна безпека аграрного виробництва в умовах змін клімату», ПНД 8 «Оптимізація біологічних процесів в агроecosистемах для забезпечення ефективного, екологічно збалансованого аграрного виробництва», ПНД 11 «Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства», ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин».

Так, в Інженерно-технологічному інституті «Біотехніка» підготовлено проєкт Концепції ефективного застосування біологічного методу захисту рослин в умовах екологізації землеробства України, розроблено низку комплексних біопрепаратів із рістстимулювальною і фунгіцидною дією та комплекс агро-технічних і біологічних прийомів контролю чисельності шкідливих організмів, зокрема фітопатогенів [24].

Науковцями Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН розроблено основи створення біологічних засобів для активації процесів фітосанітарного оздоровлення агроценозів за

використання грибів з антагоністичними, рістстимулювальними і целюлозоруйнівними властивостями. Виділено штами з антагоністичною активністю (*Trichoderma viride* 017, *Trichoderma viride* F-100076 та ін.), на основі яких створено мікробні препарати з високим антагоністичним потенціалом щодо багатьох збудників кореневих хвороб рослин [25, 26].

В Інституті захисту рослин НААН розроблено концепцію та методологію створення ефективних виробничих штамів ентомопатогенних грибів для забезпечення екологічно безпечного захисту овочевих культур. Досліджуються можливість та методи зниження хімічного навантаження на агроecosистеми, що сприятимуть покращенню біологічної стійкості рослин та підвищенню якості рослинної продукції [27].

У Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла НААН сформовано перелік сортозразків пшениці озимої з груповою і комплексною стійкістю до хвороб та шкідників. Для подальших досліджень 220 константних хворобостійких ліній селекційного розсадника відділу захисту рослин передано до лабораторії селекції пшениці озимої, 20 ліній — до Національного центру генетичних ресурсів рослин України [28].

В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН ідентифіковано гени стійкості пшениці м'якої озимої до хвороб за ДНК-маркерами. Виявлено 5 пшенично-житніх транслокацій (1RS хромосоми жита) у 9 зразках пшениці, сформовано каталог генетичної цінності сортів пшениці м'якої озимої з ідентифікованими ДНК-маркерами [29].

У ННЦ «Інститут землеробства НААН» розроблено композитний препарат для зернобобових культур під назвою Фосфонітрагін. Він містить кілька штамів корисних мікроорганізмів: бульбочкові бактерії, які вступають у симбіоз із рослиною та забезпечують фіксацію атмосферного азоту, а також кілька штамів



**Рис. 3. Складові агротехнології, що впливають на регуляцію фітопатогенного фону**

фосфатмобілізувальних бактерій, що сприяють засвоєнню фосфору з ґрунту [30].

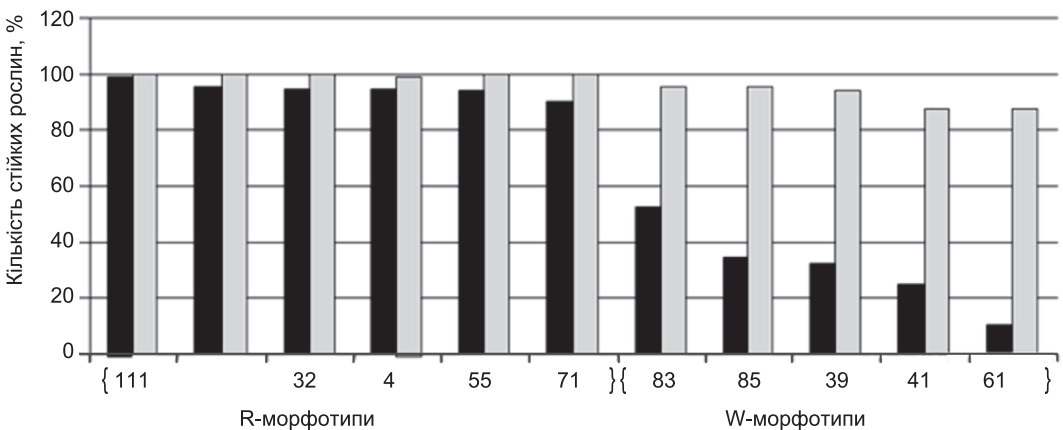
В Інституті агроecології і природокористування НААН уже понад 10 років проводять наукові дослідження, спрямовані на розв'язання проблеми регуляції фітопатогенного фону в агрофітоценозах сільськогосподарських культур [31–39]. Доведено, що складові агротехнології здатні регулювати фітопатогенний фон в агроценозах сільськогосподарських культур і тим самим знижувати біологічне забруднення агроecosистем, підвищувати якість урожаю (рис. 3).

В одній із концепцій опису стратегії стійкості рослин до стресових умов середовища, таких як нестача ресурсів, шкідники та хвороби, використовуються R- і W-морфотипи. Ця класифікація ґрунтується на різних адаптаційних механізмах і способах виживання рослин

пшениці озимої сортів Миронівська 808 та Roazon, де виявлено контроль інтенсивності пропагулоутворення грибів-некротрофів (рис. 4).

Патогенність різних морфотипів ізолятів вивчали із застосуванням способу визначення стійкості сортів пшениці озимої до збудника очкової плямистості. Встановлено, що ізоляти W-морфотипу після 15-денного інкубування інокульованих рослин спричиняють хлорози листків та ламкість стебел, тому характеризуються високим ступенем патогенності. Вони долали навіть високу стійкість до очкової плямистості сорту Roazon, знижуючи кількість стійких рослин у тестованій популяції до 81%. Водночас на сорті Миронівська 808 під тиском деяких ізолятів кількість стійких рослин у тестованій популяції іноді знижувалася до 9%. Установлено, що всі стійкі сорти акумулюють переважно W-морфотипи гриба, які відзначаються швидким зростанням міцелію та високою патогенністю. Отже, R- та W-морфотипи є важливим чинником регуляції фітопатогенного фону в агроценозах, оскільки визначають адаптаційні можливості популяцій фітопатогенів, їх агресивність та стійкість до різних умов середовища.

За результатами досліджень авторів [40–42] розроблено методичні рекомен-



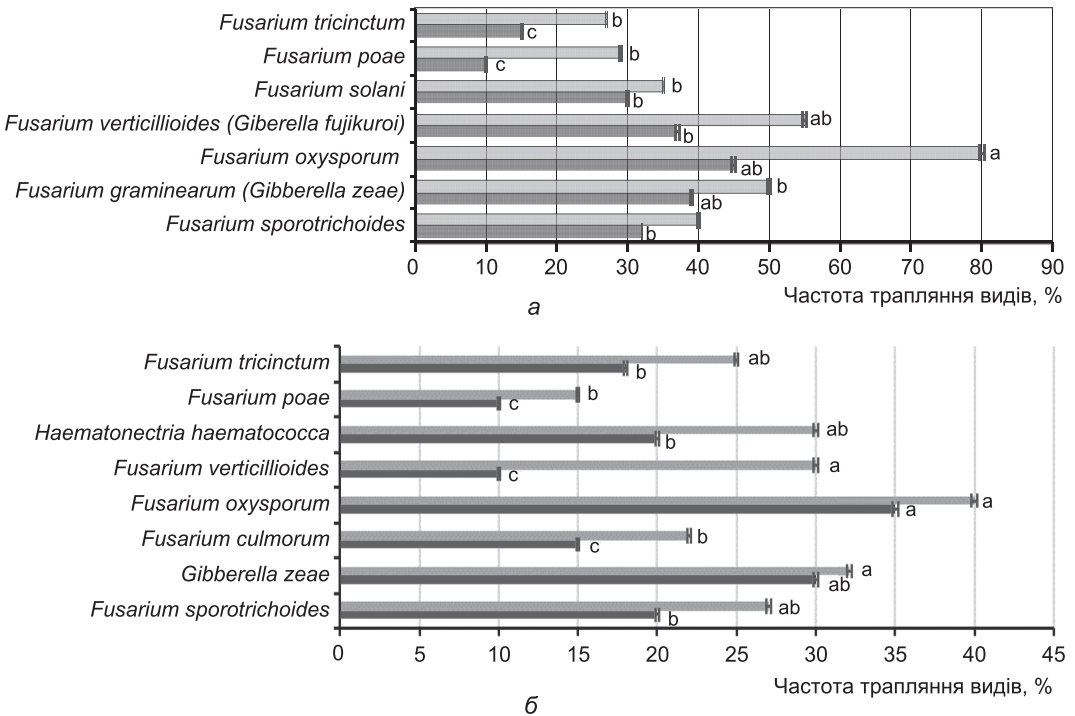
**Рис. 4. Патогенність морфотипів *P. herpotrichoides* на різних сортах пшениці озимої: ■ – Миронівська 808; □ – Roazon**

дації з екологічного оцінювання сорту рослин як потужного біотичного екологічного чинника, інтенсивність якого визначає рівень безпеки вирощування продукції рослинництва.

В Інституті агроєкології і природокористування розроблено методи регуляції чисельності фітопатогенних мікроорганізмів в агрофітоценозах сільськогосподарських культур для зниження рівня біологічного забруднення агроecosистем в умовах змін клімату. За результатами досліджень створено та запатентовано способи визначення впливу сортів різних культур (соняшнику, злакових, овочевих, цибулевих) на інтенсивність споруляції мікроміцетів, що сприяє регуляції чисельності фітопатогенних грибів в агрофітоценозах [43–45]. Доведено, що інтенсивність споруляції та життєві стратегії


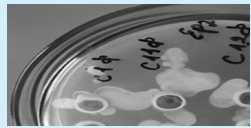
фітопатогенних грибів некротрофного типу живлення в агроценозах контролюються рівнем антропогенного навантаження. Фітопатогенні гриби у своєму арсеналі мають різноманітні життєві стратегії і способи взаємодії з рослинами. За внесення хімічних препаратів у агроценозах пшениці озимої переважають анаморфні стадії мікроміцетів та трапляються телеоморфні стадії мікроміцетів роду *Fusarium* spp. (рис. 5, а), що свідчить про високий тиск на популяції мікроміцетів та високий опір у відповідь.

За органічної технології вирощування в агроценозах пшениці озимої мікроміцети видів *F. graminearum* і *F. verticillioides* присутні лише у телеоморфних стадіях *Gibberella zeae* та *Gibberella fujikuroi*. Найчастіше трапляється вид *Gibberella zeae* — до 32% (рис. 5, б).



**Рис. 5.** Зміни життєвих циклів мікроміцетів в агроценозах пшениці озимої сортів *Полянка* (■) та *Скаген* (■) за різних технологій вирощування: **а** — традиційна; **б** — органічна ( $x \pm SD$ , тест Тьюкі,  $n = 5$  повторів); **a, b, c** — статистично значущі відмінності кількості мікроміцетів у варіанті

**Хемотаксис групи PGPB – *P. putida* та *B. amyloliquefaciens* – до фенольних сполук корневих екзометаболітів сої**

Біопрепарат	Рістстимулювальні бактерії		Позитивний хемотаксис до фенольних сполук
	<i>Pseudomonas putida</i>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	
<i>Сорт Кент</i>			
Контроль	Відсутній	Відсутній	
Фітоцид	Дуже слабкий	Дуже слабкий	
Фітохелп	Слабоактивний	Слабоактивний	
Мікохелп	Відсутній	Відсутній	
<i>Сорт Сузір'я</i>			
Контроль	Відсутній	Відсутній	
Фітоцид	Активний	Дуже слабкий	
Фітохелп	Активний	Дуже слабкий	
Мікохелп	Відсутній	Відсутній	

Аналіз агроценозів зернових культур за різних технологій вирощування дав змогу виявити взаємодію у системі «рослина — живитель — патоген» і сформувати базу знань щодо динаміки накопичення інфекційного матеріалу в агроценозах рослин.

Підтверджено антибактеріальну та рістстимулювальну активність ендоефітних бактерій, які характеризуються позитивною реакцією хемотаксису до корневих екзометаболітів. Фенольні сполуки корневих екзометаболітів рослин виконують роль сигнальних молекул у взаємодії між кореневою системою та мікробіомом ґрунту [46]. Виявлено диференціацію активності корневих екзометаболітів рослин сої сортів Кент та Сузір'я, вирощених із застосуванням біопрепаратів. Найвищу активність хемотаксису

фіксували у варіанті із сортом Сузір'я за використання біопрепаратів Фітоцид та Фітохелп (таблиця).

Отже, рослинні угруповання відіграють важливу роль у контролі фітопатогенних організмів в агроценозах завдяки своїм різноманітним функціям. Це може сприяти сталому розвитку сільського господарства, зменшенню обсягів використання хімічних засобів захисту рослин і підвищенню екологічної стійкості агроекосистем. Контроль фітопатогенної мікробіоти є вихідною передумовою для розробки технологій оздоровлення агрофітоценозів, формування підґрунтя для посилення механізмів нівелювання наслідків ураження культурних рослин патогенами та дає змогу проводити комплексні заходи із фітозахисту.

**Висновки**

Установлено, що значна частина інноваційних розробок з регуляції фітопатогенної мікробіоти рослинними угрупованнями стосується селекції на стійкість сільськогосподарських

культур до шкідників та збудників хвороб, створення біологічних препаратів захисної та удобрювальної дії. Подальше впровадження зазначених розробок у виробництво

потребує проведення додаткових досліджень, спрямованих на збалансування їх переваг і ризиків, зокрема щодо екологічної оцінки впливу сільськогосподарських сортів і гібридів рослин на формування фітопатогенного фону в агроценозах. Важливою умовою для цього є розроблення методології екологічного оцінювання сортів, яка має істотно збільшити ефективність управління біологічною безпекою агроценозів.

Законодавчі та нормативно-правові засади поширення видів рослин в Україні потребують перегляду та вдосконалення, зокрема щодо вибору критеріїв, які визначають заборону такого поширення через потенційну шкоду для навколишнього природного середовища, здатність

до накопичення джерел інфекцій, виникнення епіфітотій тощо.

На часі започаткування комплексних програм наукових досліджень із поєднання інтегрованих методів захисту рослин, біологічного контролю, селекції та використання природних симбіонтів задля збереження мікробного різноманіття ґрунтів, поліпшення фітосанітарного стану агроценозів, підвищення врожайності сільськогосподарських культур та забезпечення стійкості агроєкосистем в умовах зміни клімату. Реалізація таких досліджень потребує підготовки наукових фахівців вищої кваліфікації за напрямом біобезпеки агроєкосистем, а також розроблення відповідного сучасного навчально-методичного забезпечення.

**Parfeniuk A.<sup>1</sup>, Demianiuk O.<sup>2</sup>, Beznosko I.<sup>3</sup>**  
*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS, 12 Metrohichna Str., Kyiv, 03143, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>vereskpar@ukr.net, <sup>2</sup>demolena@ukr.net, <sup>3</sup>beznoskoirina@gmail.com; ORCID: <sup>1</sup>0000-0003-0169-4262, <sup>2</sup>0000-0002-4134-9853, <sup>3</sup>0000-0002-2217-5165*

### **Regulation of phytopathogenic mycobiota by plant groups as a method of controlling phytopathogens in agroecosystems**

**Goal.** To substantiate the effectiveness of phytopathogenic background regulation in agrophytocenoses by the interaction of cultivated plants with phytopathogenic micro-mycetes as a method of reducing biological pollution of the agroecosystem. **Methods.** To conduct a system analysis, summarize the knowledge and materials of the authors' scientific research on the interaction of phytopathogenic mycobiota with plant groups, as well as to study the analytical materials of many scientific institutions of Ukraine and the world, ecological, phytopathological, phytoimmunological and mathematically analytical methods were used. **Results.** The modern methods of phytopathogenic background control in agroecosystems, which contain agronomic, regulatory, genetic, physical,

chemical, and biological approaches used both separately and in combination, were generalized. The influence of anthropogenic factors on the soil microbiome was studied, in particular through the intensive use of pesticides and fertilizers, which threatened to reduce the microbial diversity and productivity of agroecosystems. The importance of endophytic microorganisms and root exometabolites for the process of regulation of phytopathogenic mycobiota was proved.

**Conclusions.** It is recommended to introduce into production new methodical approaches and methods of regulation of phytopathogenic background in agroecosystems, aimed at selection for resistance of crops against pests and pathogens, and creation of biological preparations of protective and fertilizing action. The implementation of such studies should be accompanied by the training of highly qualified scientific specialists in the field of biosafety of agroecosystems, and the development of appropriate modern educational and methodological support.

**Key words:** biosafety, biological contamination, regulation, phytopathogenic background, plant exometabolites, biologics, agricultural plants, agroecosystem.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202502-07>

## Бібліографія

1. Палапа Н.В., Дем'янюк О.С., Нагорнюк О.М. Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. *Агроекологічний журнал*. 2022. 2. 34–45. doi: 10.33730/2077-4893.2.2022.263314
2. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С. Чинники дестабілізації фітосанітарного стану агроценозів зернових культур Центрального Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2020. 2. С. 73–84. doi: 10.33730/2310-4678.2.2020.208812
3. Velásquez A.C., Castroverde C.D.M., He S.Y. Plant-Pathogen Warfare under Changing Climate Conditions. *Curr Biol*. 2018. 28(10). P. 619–634. doi: 10.1016/j.cub.2018.03.054
4. FAO. launches training courses to help farmers stop land degradation in Ukraine. FAO Regional Office for Europe and Central Asia. URL: <http://www.fao.org/europe/news/detail-news/en/c/1180938/> (дата звернення: 17.02.2024).
5. Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J. et al. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat Ecol Evol*. 2019. 3. P. 430–439. doi: 10.1038/s41559-018-0793-y
6. Безноско І.В., Дем'янюк О.С., Мостов'як І.І. Фітопатогенний контроль збудників основних видів хвороб зернових колових культур грибної етіології. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2023. 54. P. 7–12. doi: 10.32782/1998-6475.2023.54.7-12
7. Павлюк Д.В., Терновська Т.К., Антонюк М.З. Стійкість рослин до збудників як результат взаємодії генів. *Наукові записки НАУКМА. Біологія і екологія*. 2024. 7. С. 3–15. doi: 10.18523/2617-4529.2024.7.3-15
8. FAO and ITPS. Status of the World's Soil Resources (SWSR) — Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Rome, Italy, 2015. 650 с. URL: <http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>
9. Brondizio E.S., Settele J., Diaz S., Ngo H.T. IPBES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat. Bonn, Germany. 2019. 1148 p. doi: 10.5281/zenodo.3831673
10. Коцур Н.І. Екологічні ризики і здоров'я людини: сучасні проблеми та шляхи розв'язання. *Молодий вчений*. 2016. 9. С. 91–94. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2016\\_9.1\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2016_9.1_25)
11. Демченко О.Д. Сталий розвиток сільських територій: узагальнення досвіду Європейського Союзу. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит*. 2024. С. 19–33. doi: 10.20998/2313-8890.2024.02.02
12. Ярошенко А.С. Екологічне право: законодавство України у сфері захисту рослин: зб. норм.-прав. актів. Дніпро: Видавець Біла К.О., 2019. 386 с.
13. Гармаш С. Сучасний стан законодавства у сфері захисту та карантину рослин в Україні. *European Science*. 2023. 22–01. С. 165–171. doi: 10.30890/2709-2313.2023-22-01-027
14. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості: технічні умови. [Чинний від 1997.07.01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1994. 73 с.
15. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. [Чинний від 01.08.2007]. Київ, 2007. 57 с.
16. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004.01.01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
17. ДСТУ 7847:2015. Якість ґрунту. Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище. [Чинний від 2016.07.01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 15 с.
18. Phiri R., Rangappa S.M., Siengchin S. et al. Development of sustainable biopolymer-based composites for lightweight applications from agricultural waste biomass: A review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*. 2023. 6(4). P. 436–450. doi: 10.1016/j.aiepr.2023.04.004
19. Li C., Jia Z., Ma S. et al. Plant and native microorganisms amplify the positive effects of

microbial inoculant. *Microorganisms*. 2023. 11(3). P. 570. doi: 10.3390/microorganisms11030570

20. Ahirwar N.K., Pachaya J.S. Effects of climate change on the spread and severity of Potato Virus Y: an in-depth examination. *Asian J. of Microbiology and Biotechnology*. 2024. 9(1). P. 39–59. doi: 10.56557/ajmab/2024/v9i18605

21. Vero S., Garmendia G., Allori E. et al. Microbial biopesticides: diversity, scope, and mechanisms involved in plant disease control. *Diversity*. 2023. 15. P. 6–29. doi: 10.3390/d15030457

22. Palmieri D., Ianiri G., Del Grosso C. et al. Advances and perspectives in the use of biocontrol agents against fungal plant diseases. *Horticulturae*. 2022. 8. P. 2–11. doi: 10.3390/horticulturae10040357

23. Dixon G.R. Pests and pathogens. Vegetable brassicas and related crucifers. USA. 2024. 379 p. doi: 10.1079/9781789249170.000

24. Бельченко В.М., Ходорчук В.Я., Лавренко Ю.О. Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства: монографія. Київ: Аграрна наука, 2022. 406 с. doi: 10.31073/978-966-540-558-0

25. Павленко А.А., Копилов Є.П., Цехмістер Г.В. Ефективність застосування штаму *Trichoderma viride* з високою антагоністичною та целюлозолітичною активністю. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2021. 33. С. 88–95.

26. Копилов Є.П., Шаховніна О.О., Надкернична О.В. та ін. Micromycetes in root zone of soybean plants and their functional effect on plants. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2022. 36. С. 13–27. doi: 10.35868/1997-3004.38.16-28

27. Sozinova O.I., Kozub N.O., Blume Y.B. Polymorphism of Pinb-1 Gene Length in *Aegilops biuncialis* Vis. *Cytology and Genetics*. 2023. 57(4). P. 298–304. doi: 10.3103/S0095452723040102

28. Кириленко В.В., Дубовик Н.С., Гуменюк О.В. та ін. Селекція пшениці м'якої озимої за використання пшенично-житніх транслокацій в умовах Центрального Лісостепу: монографія; за ред. О.А. Демидова. Київ: Компрінт, 2021. 221 с.

29. Чернобай Ю.О., Рябчун В.К. Spike performance transgression degree and frequency in F2 winter bread wheat hybrids. *Селекція і насінництво*. 2023. 123. P. 85–95. doi: 10.30835/2413-7510.2023.283652

30. Малиновська І.М., Ткаченко М.А. Мікробіологічні процеси у сірому лісовому ґрунті: монографія. Київ: Аграрна наука, 2023. 120 с.

31. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Парфенюк А.І., Безноско І.В. Сорт як фактор формування стійких агроценозів зернових культур. *Вісник полтавської державної аграрної академії*. 2020. 2. С. 110–118. doi: 10.31210/visnyk2020.02.13

32. Парфенюк А.І. Методологічні підходи до оцінювання сорту рослин за стійкістю до фітопатогенних грибів та впливом на інтенсивність утворення їх пролагул. *Агро-екологічний журнал*. 2012. С. 90–93.

33. Парфенюк А.І. Сорт рослин як чинник біологічної безпеки в агроценозах України. *Агро-екологічний журнал*. 2017. С. 155–163. doi: 10.33730/2077-4893.2.2017.220172

34. Beznosko I.V., Gorgan T.M., Mosiychuk I.I. et al. The quantitative composition micromycetes under cereals crops in chernozem soils in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Biosyst. Divers*. 2022. 30. P. 143–149. doi: 110.15421/012214

35. Mosiychuk I., Beznosko I., Turovnik J. et al. Formation of microbial complex of the soil in agrocenose of spring barley using ecologically safe cultivation technologies. *International J. of Ecosystems and Ecology Science*. 2023. 13(1). P. 143–154. doi: 10.31407/ijees13.118

36. Beznosko I., Havryliuk L., Mazur S. et al. Formation of the population of micromycetes in the leaf microbiome of cereal cultures using different plant cultivation technologies. *J. of ecological engineering*. 2023. 24(11). P. 236–248. doi: 10.12911/22998993/171648

37. Lishchuk A., Parfenyk A., Furdychko O. et al. Ecotoxicological hazard of pesticide use in traditional agricultural technologies. *J. of Ecological Engineering*. 2024. 25(2). P. 274–289. doi: 10.12911/22998993/177275

38. Наукові основи формування збалансованих агроєкосистем України в умовах змін клімату: монографія; за наук. ред. О.І. Фурдичка. Київ: ДІА, 2021. 320 с.

39. *Екологічна та біологічна безпека України: колективна монографія; за наук. ред. О.І. Дребот, А.І. Парфенюк. Київ: Вид-во НУБІП України, 2022. 322 с.*

40. *Парфенюк А.І., Безноско І.В., Бородай В.В., Косовська Н.А.* Визначення шляхів формування ценотичних популяцій мікроміцетів в агроценозах культурних рослин: наук.-метод. реком. Київ, 2003. 22 с.

41. *Парфенюк А.І., Безноско І.В., Туровнік Ю.А., Гаврилюк Л.В.* Екологічне оцінювання впливу гібридів соняшнику на формування фітопатогенного фону в умовах органічного виробництва: наук.-метод. рекомен. Київ, 2020. 20 с.

42. *Парфенюк А.І., Стерлікова О.М., Благініна А.А.* та ін. Екологічне оцінювання сортів культурних рослин за впливом на фітопатогенні мікроорганізми: наук.-метод. реком. Київ, 2015. 44 с.

43. *Пат. № 92067 Україна, МПК (25.07.14.) A01N 63/00. 02418.* Спосіб визначення впливу екзометаболітів культурних рослин на ріст і розвиток грибів некротрофного типу живлення. А.І. Парфенюк, А.А. Благініна, Т.М. Горган, О.М. Стерлікова, І.В. Безноско, В.В. Ковтун, Г.Ф. Тищенко; заявник

і патентовласник Інститут агроєкології і природокористування НААН. № u 2014 02418; опубл. 25.07.14. 2014. 5 с.

44. *Пат. № 92066 Україна, МПК (2014. 07) C12Q1/00.* Спосіб вивчення впливу летких фракцій фітонцидів сортів цибулевих культур на спори мікроміцетів. А.І. Парфенюк, Т.М. Горган, В.І. Сагановська, Н.А. Горган; заявник і патентовласник Інститут агроєкології і природокористування НААН. № u201402417; заявл. 11.03.2014; опубл. 25.07.2014. 4 с.

45. *Пат. № 39411 Україна, МПК (39411) A01G7/00; A01H1/04.* Спосіб визначення впливу сортів злакових культур на чисельність фітопатогенів. А.І. Парфенюк, А.А. Благініна; заявник і патентовласник Інститут агроєкології і природокористування НААН. u200811542; заявл. 25.09.2008; опубл. 25.02.2009. 5 с.

46. *Косовська Н.А., Ліханов А.Ф., Бородай В.В., Парфенюк А.І.* Роль ізофлавоноїдів кореневих ексудатів сої у рослинно-мікробних взаємодіях. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (7–8 липня 2022 р., м. Київ).* Київ, 2022. Ч. 1. С. 179–183.