

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЙ ТА АНАЛІТИЧНІ ІНСТРУМЕНТИ У МІКРОБІОЛОГІЇ

Патика М.В.,

доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, професор кафедри
фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

npatyka@nubip.edu.ua

Літвінов Д.В.,

доктор с.-г. наук, професор, професор кафедри агрохімії та якості
продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

litvinovdv@nubip.edu.ua

Мікробіологія – це галузь, яка постійно динамічно розвивається з розвитком нових технологій та аналітичних інструментів. Зокрема, останніми роками великий інтерес викликають дослідження мікроорганізмів ґрунтових біомів. З появою нових технологій науковці отримали можливість виявити нові та покращити розуміння щодо формування мікробних угруповань та їх ролі у природних і антропогенно-змінених середовищах.

Нові технології в мікробіології докорінно змінюють наші способи ідентифікації та розуміння мікроорганізмів, що має важливе значення для цілого ряду програм — від медичної діагностики до моніторингу довкілля. Мікрофлюїдика та пристрої «лабораторія на чіпі» є важливим досягненням у цій галузі, пропонуючи можливість проводити складні аналізи більш раціональним та ефективним способом. Ці мініатюрні платформи дозволяють інтегрувати безліч лабораторних функцій в один чіп, який може виконувати такі завдання, як підготовка проб, реакція, поділ та виявлення, часто з підвищеною чутливістю та специфічністю. Крім того,

технологічною інновацією є розробка компактних тест-систем з використанням сучасних хромогенних середовищ. Ці системи є особливо перспективними для мікробіології, де вони дозволяють підвищити швидкість і точність виявлення патогенів, що є найважливішим фактором забезпечення здоров'я людини та безпеки довкілля. Об'єднавши ці передові технології, мікробіологічна наука зараз має інструментарій який забезпечується швидким та точним ідентифікуванням мікроорганізмів, що є важливим для своєчасного та ефективного реагування на загрози пов'язані із патогенними мікроорганізмами та ін.

Інші інновації, засновані на досягненнях мікрофлюїдики та технологій високопродуктивного секвенування ДНК, відіграють важливу роль у дослідженнях ґрунтових мікроорганізмів, що дозволяє забезпечити високий рівень точності та ефективності. Точність нових методів додатково підвищується за рахунок фотометричних технологій, які надають кількісні дані про розвиток мікроорганізмів, дозволяючи виявляти тонкі відмінності, які інакше могли б залишитися непоміченими. Ці технології не тільки підвищують точність досліджень, а й суттєво підвищують їх ефективність. Автоматизовані системи були розроблені для прискорення визначення чутливості ґрунтових мікроорганізмів до антибіотиків, що має вирішальне значення для оцінки їх стійкості та загальної поведінки. Такі системи можуть давати результати набагато швидше, ніж традиційні методи, тим самим прискорюючи темпи досліджень і дозволяючи вченим оперативніше реагувати на тенденції формування мікробної резистентності. Більш того, завдяки використанню цих технологій стає можливим покращення диференціації ґрунтових мікроорганізмів на окремі категорії, такі як грампозитивні та грамнегативні коки та палички. Ця диференціація має вирішальне значення для точної ідентифікації та розуміння екологічної ролі, яку відіграють різні мікробні таксони у ґрунтовій екосистемі. Таким чином, інтеграція цих технологічних досягнень змінює вивчення ґрунтових

мікроорганізмів, надаючи дослідникам набір потужних інструментів для дослідження мікробного світу із безпрецедентним рівнем деталізації та швидкості [1].

Продовжуючи розвиток мікробіологічних аналітичних інструментів, стався помітний імпульс до спрощення процесу підготовки витратних матеріалів у лабораторіях. Істотним досягненням у цій галузі є створення готових до використання форм витратних матеріалів, які виключають традиційні працездатні методи приготування поживних середовищ. Ці нові продукти покликані допомогти мікробіологам, усуваючи рутинні завдання з автоклавування, приготування та розливу поживних середовищ, тим самим знижуючи ймовірність забруднення та непостійності при приготуванні середовищ. Крім того, впровадження поживних середовищ, насичених маркерами специфічної ферментативної активності, є кроком вперед у селективному мікробному аналізі. Ці маркери полегшують швидку ідентифікацію мікроорганізмів на основі їх ферментативних профілів, тим самим спрощуючи процес виявлення та вивчення конкретних бактерій чи грибів у зразку. Використання цих інноваційних середовищ може не тільки збільшити продуктивність мікробіологічних аналізів, але й підвищити специфічність, з якою вчені можуть визначати та аналізувати мікробну активність, що є вирішальним аспектом щодо великої різноманітності ґрунтових мікроорганізмів. Ці досягнення в галузі витратних матеріалів та поживних середовищ, разом із раніше згаданими технологіями мікробіологічного циклу та розрахунку цифрового профілю, мають вирішальне значення для модернізації мікробіологічних досліджень, пропонуючи більш точні та ефективні методи дослідження та розуміння мікробних екосистем [2].

Мікроорганізми відіграють значну роль у функціонуванні екосистем в цілому. Серед них особливе значення мають ґрунтові мікроорганізми, оскільки вони обумовлюють якісне проходження найважливіших

екосистемних процесів. Вивчення цих мікроорганізмів необхідне розуміння того, як вони сприяють функціонуванню екосистеми, і прогнозування того, як зміни довкілля можуть спричинити ці процеси.

У складній екосистемі ґрунту різноманітний набір мікроорганізмів відіграє важливу роль у підтримці здоров'я ґрунту та життя рослин. Серед цих мікроорганізмів домінуючими групами є бактерії, археї та гриби, кожна з яких робить свій внесок у різні біогеохімічні процеси. Бактерії, з їх великою кількістю та метаболічною різноманітністю, мають ключове значення для колообігу поживних речовин, трансформації органічних речовин і навіть детоксикації забруднюючих сполук. Археї, хоча і менш поширені, ніж бактерії, але є невід'ємною частиною, особливо в екстремальних умовах, де вони можуть виконувати унікальні метаболічні функції, такі як метаногенез. Гриби зі своїми великими міцеліальними мережами як трансформують складні органічні матеріали, а також формують симбіотичні системи з кореневою системою рослин, поліпшують засвоєння рослинами водорозчинних поживних речовин. Крім того, в ґрунтовому середовищі існує мікрофауна, включаючи найпростіших і нематоди, які також трансформують органічну речовину та виконують регуляторні функції щодо мікробних популяцій за допомогою різних механізмів таких як хижацтво та взаємодія. Цей весь в широкому розумінні біом разом створює динамічні та взаємозалежні складні різнорівневі угруповання, які мають ключове значення для функціонування наземних екосистем [3].

Базуючись на фундаментальному розумінні того, що бактерії, археї та гриби домінують у мікробіомі ґрунту, можна глибше дослідити роль цих мікроскопічних організмів у підтримці гомеостазу та активності і складної функціональної здатності екосистеми. Ґрунтові мікроорганізми відіграють важливу роль у регулюванні клімату, оскільки вони беруть участь у секвестрації та метаболізмі вуглецю. Цей процес має життєво важливе

значення для пом'якшення наслідків зміни клімату, оскільки ці мікроорганізми у взаємодії з рослинами поглинають вуглекислий газ з атмосфери та перетворюють його на органічні речовини, що збагачують ґрунт. Більш того, вони відіграють ключову роль у зменшенні емісії парникових газів, розщеплюють органічні забруднювачі та трансформують їх у менш шкідливі речовини. Все це лежить в основі глибоких екологічних перетворень, і поширює свій вплив на економіку і здоров'я людини, тим самим ілюструючи багатогранну важливість діяльності мікроорганізмів. Наприклад, особливості всередині мікробіому, такі як симбіотичні взаємодії між *Candidatus Doolittlea endobia* та *Candidatus Tremblaya princeps* у цитрусового борошнистого червця, демонструють диференціацію впливу який має вирішальне значення для синтезу незамінних амінокислот і в цілому гомеостазу екосистем. Ці складні взаємозалежності свідчать про еволюційні адаптивності мікроорганізмів, які можуть швидко розвивати такі напрями як метаболізм і стійкість до стресу, що ще більше збільшує їх вплив на функції екосистеми.

Щоб з'ясувати конкретну роль ґрунтових мікроорганізмів у екосистемах, в науці використовується багато передових методів. Метагеномні дослідження *in situ* надають цінний інструмент для картування складних взаємодій між мікробними угрупованнями шляхом вивчення закономірностей спільного існування видів, припускаючи потенційні синергетичні чи антагоністичні взаємодії, які визначають їх поширення та чисельність. Ця взаємодія додатково досліджується за допомогою передових молекулярно-біологічних методів, таких як транскриптоміка та метаболоміка, які дозволяють дослідникам контролювати експресію генів та вироблення метаболітів у мікробних угрупованнях, тим самим розкривати механізми щодо функціональних можливостей різних видів та їх внесок у формування і функціонування екосистеми в цілому. Для безпосереднього дослідження мікробних взаємодій та їх подальшим впливом на структуру та

функції угруповань створюються експериментальні установки, в яких мікробні угруповання досліджуються в контрольованих умовах. Такий підхід дає змогу оцінити міжвидові взаємодії, закладаючи основу для кращого розуміння того, як ці мікроорганізми організують свій колективний вплив на екосистемні процеси. Крім того, застосування цільових підходів, таких як парний скринінг або вибіркоче видалення видів, дає уявлення про те, як відсутність або зміна одного виду може призвести до змін, що спостерігаються у фенотипі угруповання, забезпечуючи більш чітке уявлення про роль кожного виду в більш широкому угрупованні. У сукупності ці методологічні досягнення дозволяють точніше інтерпретувати те, як ґрунтові мікроорганізми підтримують життєво важливі функції екосистеми, особливо у сферах аграрного виробництва, здоров'я людини та регулювання клімату [4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Litvinova, O., Dehodiuk, S., Litvinov, D., Havryliuk, O., Kyrychenko, A., Borys, N., & Dmytrenko, O. (2023). Efficiency of technology elements for growing winter wheat on typical chernozem. *Agronomy Research*, 21(3), 1199–1212. <https://doi.org/10.15159/AR.23.079>
2. Pavlichenko, A., Dmytrenko, O., Litvinova, O., Kovalova, S., Litvinov, D., & Havryliuk, O. (2023). Changes in gray forest soil organic matter pools under anthropogenic load in agrocenoses. *Agronomy Research*, 21(3), 1266–1277. <https://doi.org/10.15159/AR.23.095>
3. Voitovyk, M., Butenko, A., Prymak, I., Mishchenko, Y., Tkachenko, M., Tsiuk, O., Panchenko, O., Slietsov, Y., Kopylova, T., & Havryliuk, O. (2023). Influence of fertilizing and tillage systems on humus content of typical chernozem. *Agraarteadus* 34(1), 44–50. <https://dx.doi.org/10.15159/jas.23.03>
4. Litvinova, O., Tonkha, O., Havryliuk, O., Litvinov, D., Symochko, L., Dehodiuk, S., & Zhyla, R. (2023b). Fertilizers and pesticides impact on surface-active substances accumulation in the dark gray podzolic soils. *Journal of Ecological Engineering*, 24(7), 119–127. <https://doi.org/10.12911/22998993/163480>



**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ПІСЛЯВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТОВИХ І РОСЛИННИХ
РЕСУРСІВ ТА ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА КРАЇНИ»**



м. Київ, 20–21 червня 2024 року

МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ПІСЛЯВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТОВИХ І РОСЛИННИХ РЕСУРСІВ
ТА ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА КРАЇНИ» (м. Київ, 20–21 червня 2024 року)
НУБІП України, 2024. 222 с.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

–Тонха О.Л., проректор з науково-педагогічної роботи, голова організаційного комітету;

–Літвінов Д.В., директор НДІ рослинництва та ґрунтознавства, професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна, співголова організаційного комітету;

–Ткаченко М.А., директор ННЦ «Інститут землеробства НААН» (за згодою);

– Паламарчук Р.П., в.о. директора Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» (за згодою);

–Корнієнко В.І., директор УЛЯБП АПК НУБіП України

–Kashtanova Olena, Prof. Anhalt University of Applied Sciences, Germany (за згодою);

–Kutcher Randy, Prof. Saskatchewan University (за згодою);

–Jean Jong, Prof. Swedish University of Agricultural Sciences (за згодою);

–Ghaley Bhim, PhD. Prof Copenhagen University (за згодою);

–Sahar Azarkamand PhD. Researcher UNESCO Chair in Life Cycle and Climate Change (за згодою);

–Гаврилюк О.С., заступник декана агробіологічного факультету, доцент кафедри садівництва ім. проф. В.Л. Симиренка, секретар оргкомітету.

Члени організаційного комітету:

– Бикін А.В., завідувач кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна;

– Забалуєв В.О., завідувач кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М.К. Шикули;

– Завгородній В.М., заступник декана агробіологічного факультету, доцент кафедри технології зберігання, переробки і стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика;

- Каленська С.М., завідувач кафедри рослинництва
- Коваленко В.П., декан агробіологічного факультету, професор кафедри рослинництва;
- Мазур Б.М., завідувач кафедри садівництва ім. проф. В. Л. Симиренка, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;
- Макарчук О.С., завідувач кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленського;
- Подпрятів Г.І., завідувач кафедри технології зберігання, переробки і стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б. В. Лесика;
- Танчик С.П., завідувач кафедри землеробства та гербології;
- Федосій І.О., завідувач кафедри овочівництва і закритого ґрунту;

Редактори випуску:

- **Літвінов Д.В.**, директор НДІ рослинництва та ґрунтознавства, професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна, співголова організаційного комітету;
- **Гаврилюк О.С.**, заступник декана агробіологічного факультету, доцент кафедри садівництва ім. проф. В.Л. Симиренка, секретар оргкомітету.