

## МІКРОБІОМ ҐРУНТУ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН ЗА РІЗНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ

Л.Ю. Симочко<sup>1</sup>, О.С. Дем'янюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

<sup>2</sup> Інститут агроєкології і природокористування НААН

Досліджено мікробіом ґрунту культурних рослин *Capsicum annuum*, *Vitis vinifera*, *Rubus idaeus* L., *Petroselinum crispum*, які вирощували в умовах закритого і відкритого ґрунту, та визначено таксономічну структуру угруповань мікроорганізмів із використанням біохімічних маркерів. Проведено скринінг умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів, наявних у ґрунтовому мікробіомі рослин, що володіють множинною антибіотикорезистентністю. Загалом, виділено і протестовано 64 ізоляти. Представників анаеробної мікробіоти, що володіють множинною антибіотикорезистентністю, виділено із закритого ґрунту агроценозу малини: *Clostridium perfringens* (стійкий до еритроміцину, кліндаміцину, тетрацикліну, рифампіцину, амоксициліну; помірно чутливий до метронідазолу і чутливий до ванкомицину), *Clostridium oedematiens* (помірно чутливий до амоксициліну і ванкомицину), *Clostridium difficile* (чутливий лише до метронідазолу). Із відкритого ґрунту агроценозу перцю виділено *Clostridium perfringens* з множинною антибіотикорезистентністю. Значну кількість аеробних мікроорганізмів із множинною антибіотикорезистентністю виділено із закритого ґрунту агроценозу малини (*Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*, *Hafnia alvei*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*) і петрушки (*Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis*). В агроценозі малини і петрушки, що культивуються в умовах закритого ґрунту, виявлено найпоширеніших антибіотикорезистентних представників аеробної і анаеробної мікробіоти.

**Ключові слова:** мікробіом, ґрунт, агроєкосистема, антибіотикорезистентність, мікроорганізми, агротехнології.

Ґрунт є основним визначальним природним самовідновлювальним ресурсом, середовищем, у якому формується біологічне різноманіття живих організмів [1, 2]. Важливою складовою біому ґрунту є мікробіота, значення якої залежить від активної участі в метаболізмі органічних речовин і трансформації біогенних елементів, що забезпечують функціонування інших трофічних ланцюгів біоценозу [3]. Взаємодія між рослинами і мікроорганізмами — динамічний процес, у якому важливе значення відіграє коренева система рослин [4, 5]. Відомо, що виділення рослин впливають на формування ґрунтового мікробіому та його функції, чисельність різних еколого-трофічних і фізіологічних груп мікроорганізмів та їх видове різноманіття. Кількісний і якісний склад мікроорганізмів у ґрунті залежить від низки чинників, серед яких важливу функцію виконують ґрунтово-кліматичні умови і агротехнічні заходи [3, 6, 7].

У традиційному сільському господарстві за систематичного використання мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин у ґрунті агроценозів можуть виникати сайд-ефекти: зміна структури мікробіому, зниження його диверзитності, порушення функціональних параметрів [8, 9]. Внесення гною як органічного добрива у ґрунт, з одного боку, покращує його родючість, сприяє збільшенню продуктивності культурних рослин, а з іншого, — може бути джерелом поширення антибіотикорезистентних мікроорганізмів, які становлять небезпеку не лише для навколишнього природного середовища, а також є потужним чинником ризику для здоров'я людини. Це зумовлено тим, що у

У традиційному сільському господарстві за систематичного використання мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин у ґрунті агроценозів можуть виникати сайд-ефекти: зміна структури мікробіому, зниження його диверзитності, порушення функціональних параметрів [8, 9]. Внесення гною як органічного добрива у ґрунт, з одного боку, покращує його родючість, сприяє збільшенню продуктивності культурних рослин, а з іншого, — може бути джерелом поширення антибіотикорезистентних мікроорганізмів, які становлять небезпеку не лише для навколишнього природного середовища, а також є потужним чинником ризику для здоров'я людини. Це зумовлено тим, що у

агроекологічних господарствах тваринницького напрямку широко використовуються антибіотики з лікувальною і профілактичною метою. Сучасні антибіотики характеризуються тривалим періодом напіврозпаду, а потрапляючи в організм тварин, вони лише частково метаболізуються в печінці (30–60% введеної дози), виводяться разом із фекаліями і сечею та потрапляють у довкілля. Крім того, внаслідок високої швидкості розмноження, значної біомаси та адаптаційних можливостей мікроорганізми ґрунту набувають антибіотикорезистентних властивостей. Мікроорганізми, що особливо небезпечно, є векторами горизонтальної і вертикальної передачі генів антибіотикорезистентності у навколишньому природному середовищі [10, 11]. Тому важливим аспектом дослідження мікробіому ґрунту є не лише визначення його функціональних параметрів і таксономічних характеристик, а й верифікація на наявність антибіотикорезистентних мікроорганізмів.

Метою нашої роботи було дослідити мікробіом ґрунту агроценозу культурних рослин *Capsicum annuum*, *Vitis vinifera*, *Rubus idaeus* L., *Petroselinum crispum*, які вирощували у відкритому та закритому ґрунті.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в ДВНЗ «Ужгородський національний університет»: Науково-дослідному навчальному центрі «Молекулярної мікробіології та імунології слизових оболонок», лабораторії моніторингу водних і наземних екосистем. Об'єктом досліджень були зразки ґрунту, відібрані в агрогосподарствах на території Ужгородського р-ну, що вирощують сільськогосподарські культури у закритому і відкритому ґрунті. Тип ґрунту – дерново-підзолистий з умістом гумусу (за Тюрнімом) – 1,47%, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 1,7 мг/100 г, обмінного калію (за Масловою) – 12,2 мг/100 г ґрунту, рН<sub>сол</sub> 3,6, гідролітична кислотність – 2,6 мг-екв/100 г ґрунту.

У дослідженнях використовували види рослин, які характеризуються високим умістом біологічно активних речовин

і використовуються у харчовому раціоні людини, у т.ч. без термічної обробки, а саме: перець солодкий (*Capsicum annuum*), петрушка кучерява (*Petroselinum crispum*), виноград справжній (*Vitis vinifera*), малина звичайна (*Rubus idaeus* L.).

Мікробіологічні дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [12, 13] із використанням серійних розведень ґрунтового суспензії і подальшим висівом на тверді поживні середовища: м'ясопептонний агар (МПА), середовище Сабуро, середовище Ендо, голодний агар (ГА), середовище Вільсона – Блера, вісмут сульфід агар (ВСА). Виділення домінуючих бактерій здійснювали за культурально-морфологічними властивостями. Ідентифікацію штамів мікроорганізмів проводили за схемою: фарбування за Грамом та мікроскопія; виділення чистої культури; висів чистої культури на хромогенне середовище; біохімічна ідентифікація за допомогою біохімічних напівавтоматичних тест-систем API (Biomerieux, Франція), ENTERO і ANAERO (Lachema, Чеська Республіка).

Верифікацію антибіотикорезистентності ізолятів здійснювали диско-дифузійним методом Кірбі–Бауера з використанням середовища Мюллера–Хінтона [14] згідно з методикою EUCAST (EUCAST Clinical Breakpoint Table V 2.0, valid from 01.01.2012). Для тестування аеробної і анаеробної мікробіоти було використано антибіотики, наведені в таблиці 1.

Біологічну активність ґрунту визначали за показником емісії діоксиду карбону (CO<sub>2</sub>) методом В. Штатнова [12].

Статистичний аналіз експериментальних даних проводили у програмах Statistica 8.0 і Excel 2010.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати досліджень мікробіому ґрунту культурних рослин продемонстрували значну диференціацію чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних і фізіологічних груп залежно від агротехнологій та виду рослин (табл. 2). Чисельність амоніфікаторів і спорових бактерій була на порядок вищою в технології вирощування

Таблиця 1

**Перелік антибіотиків для визначення антибіотикорезистентності**

Аеробні мікроорганізми		Анаеробні мікроорганізми	
Назва	Міжнародна назва/ концентрація	Назва	Міжнародна назва/ концентрація
Цефотаксим	CE <sup>10</sup>	Ванкоміцин	VA <sup>30</sup>
Гентаміцин	GEN <sup>10</sup>	Метронідазол	MT <sup>5</sup>
Ципрофлоксацин	CIP <sup>5</sup>	Ріфампіцин	RIF <sup>5</sup>
Ампіцилін	AMP <sup>10</sup>	Амоксицилін	AMX <sup>10</sup>
Доксициклін	DO <sup>30</sup>	Тетрациклін	TE <sup>30</sup>
Амоксицилін	AMX <sup>10</sup>	Кліндаміцин	CD <sup>2</sup>
Ванкоміцин	VA <sup>30</sup>	Еритроміцин	E <sup>15</sup>

Таблиця 2

**Склад і чисельність угруповань ґрунтових мікроорганізмів під різними рослинами (К/О/ г ґрунту)**

Культура	Амоніфікатори × 10 <sup>6</sup>	Спорові мікроорганізми × 10 <sup>6</sup>	Міксоміцети × 10 <sup>3</sup>	Стрептоміцети × 10 <sup>3</sup>	Мікроорганізми, що засвоюють мінеральні форми Нітрогену × 10 <sup>4</sup>	Анаероби × 10 <sup>3</sup>	Аеробні нітрогенфіксуючі бактерії, %	Анаеробні нітрогенфіксуючі бактерії × 10 <sup>3</sup>	Оліготрофи × 10 <sup>6</sup>	Олігонітрофіли × 10 <sup>4</sup>	E. coli × 10 <sup>3</sup>
<i>Відкритий ґрунт</i>											
Перець солодкий	0,36	0,16	4,56	0,96	3,75	1,65	77,50	15,25	5,35	2,05	14,24
Петрушка кучерява	0,34	0,31	0,53	1,54	2,50	6,75	43,65	1,15	9,77	15,61	28,50
Виноград справжній	0,27	0,38	3,12	1,21	2,05	1,25	25,35	2,54	6,78	8,94	5,53
Малина звичайна	0,22	0,27	1,50	0,78	1,56	37,20	42,50	4,32	7,45	3,21	4,00
<i>Закритий ґрунт</i>											
Перець солодкий	1,55	0,45	5,10	1,89	21,50	2,96	89,45	30,73	2,67	0,95	2,95
Петрушка кучерява	1,67	0,79	5,84	3,42	4,75	11,65	52,50	3,28	4,91	8,37	3,85
Виноград справжній	1,26	2,05	7,50	3,04	6,25	3,55	47,50	8,29	2,37	3,63	2,65
Малина звичайна	1,21	2,23	2,18	2,45	3,50	86,25	58,60	6,78	3,33	1,78	2,50
НІР <sub>05</sub>	0,21	0,13	0,24	0,33	0,52	0,26	2,45	0,85	1,18	1,67	0,78

культур в умовах закритого ґрунту порівняно з відкритим ґрунтом. Чисельність амоніфікаторів і спорових бактерій варіювала у межах 1,67–1,21 і 0,79–2,23 млн КУО/г ґрунту відповідно; чисельність стрептоміцетів у закритому ґрунті була в середньому на 85% вищою, ніж у відкритому.

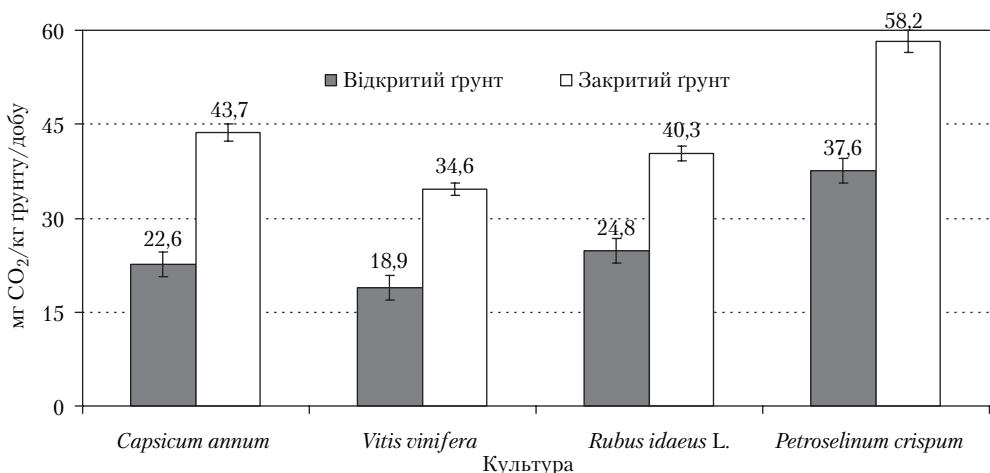
Слід зауважити, що у закритому ґрунті активніше відбувався процес азотофіксування, що підтверджується кількісними показниками вмісту аеробної і анаеробної нітрогенфіксуючої мікробіоти. У відкритому ґрунті чисельність оліготрофної мікробіоти була вищою, ніж у закритому, що обумовлено сезонною динамікою угруповань мікроорганізмів. Найбільшу кількість спорових бактерій виділено із закритого ґрунту, де вирощували виноград і малину, чисельність цих мікроорганізмів становила 2,05 і 2,23 млн КУО/г ґрунту відповідно, що в середньому у 8 разів більше, ніж у відкритому ґрунті.

Еколого-санітарний стан ґрунту агрофітоценозів петрушки і перцю характеризується як незадовільний, оскільки у ньому було виявлено значний уміст *E. coli* з перевищенням санітарних норм. На це слід звернути особливу увагу, оскільки продукція споживається без термічної обробки і може спричинити отруєння організму людини.

Біологічні властивості ґрунтів безпосередньо залежать від біорізноманіття мікроорганізмів ґрунту та функціонування різних еколого-трофічних груп. Окрім того, мікроорганізми можуть бути використані як індикатори екологічного стану ґрунту. Це дає можливість визначати наявність контамінантів, які впливають на показники біологічної активності. Одним із функціональних параметрів, який характеризує активність мікробіоти ґрунту, є інтенсивність виділення діоксиду карбону. Результати досліджень засвідчили, що активність мікроорганізмів у закритому ґрунті, в середньому, є на 75% вищою, ніж у відкритому (рис.). Таке явище обумовлено температурним режимом, який підтримується на відповідному рівні в умовах закритого ґрунту.

Активність мікробіоти ґрунту як у технології відкритого, так і закритого ґрунту залежала від виду культурних рослин. Високий рівень виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту відзначено у ґрунті агроценозу петрушки (*Petroselinum crispum*) і перцю (*Capsicum annuum*), що зумовлено також і впливом екзаметаболітів цих рослин.

Сучасні агроєкосистеми є джерелом поширення патогенних і умовно-патогенних антибіотикорезистентних мікроорганізмів, що спричинено інтенсифікацією викорис-



Інтенсивність емісії діоксиду карбону з ґрунту залежно від культури і агротехнології

тання антибактеріальних препаратів у сільському господарстві, зокрема тваринництві. Встановлено, що драйверами резистентності мікроорганізмів у агроєкосистемах можуть бути не лише антибіотики, але й біоциди, важкі метали, гени тощо. Нині в Україні не існує оновлених об'єктивних систематизованих даних щодо стану антибіотикорезистентності мікроорганізмів у ґрунті.

Резистентність мікроорганізмів до антибіотиків може бути природною і набутою. Природна стійкість є постійною видовою ознакою мікроорганізмів, вона відома, легко прогнозується і тривалий час залишається без змін. Натомість набута резистентність мікроорганізмів становить значну проблему, і прогнозувати її наслідки доволі складно. Основною особливістю набутої резистентності є її непрогнозована зміна впродовж певного періоду. Чинники виникнення і швидке розповсюдження резистентності мікроорганізмів на сьогодні повністю не визначено. Антибіотикорезистентні організми виявляють у воді, ґрунті, звідки вони далі мігрують трофічними ланцюгами і потрапляють в організм теплокровних тварин та людини. Спостерігаються і зворотні вектори поширення антибіотикорезистентності.

Застосування антибіотиків у тваринництві спричиняє поширення їх у навколишньому природному середовищі, зокрема в агроєкосистемах із використанням гною як органічного добрива. Тому подальші наші дослідження було спрямовано на виявлення, верифікацію та ідентифікацію антибіотикорезистентних мікроорганізмів у ґрунті досліджуваних агроєкосистем. Загалом, було виділено і протестовано 64 ізоляти за низкою антибіотиків (табл. 1). Представників анаеробної мікробіоти, що володіють множинною антибіотикорезистентністю, було виділено із закритого ґрунту, де культивується малина: *Clostridium perfringens* (стійкий до еритроміцину, кліндаміцину, тетрацикліну, рифампіцину, амоксициліну; помірно чутливий до метронідазолу і чутливий до ванкоміцину), *Clostridium oedematiens* (помірно чутливий до амокси-

циліну і ванкоміцину), *Clostridium difficile* (чутливий лише до метронідазолу).

З відкритого ґрунту агроценозу перцю було виділено *Clostridium perfringens* з множинною антибіотикорезистентністю. Мікроорганізм виявився чутливим лише до ванкоміцину.

Найбільшу кількість аеробних мікроорганізмів із множинною антибіотикорезистентністю виділено із закритого ґрунту, де вирощується малина (*Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*, *Hafnia alvei*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*) і петрушка (*Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* (чутливий до гентаміцину і ампіциліну), *Staphylococcus epidermidis* (чутливий до доксицикліну, помірно чутливий до гентаміцину), *Bacillus cereus*, *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis*). Виділені мікроорганізми роду *Bacillus* були чутливими лише до ванкоміцину та гентаміцину і проявили резистентність до амоксицикліну, доксицикліну, ампіциліну, ципрофлоксацину і цефотаксиму.

Отже, агроєкосистеми є джерелом поширення патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів, що володіють множинною антибіотикорезистентністю і становлять небезпеку для здоров'я людини.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що вирощування культурних рослин *Capsicum annuum*, *Vitis vinifera*, *Rubus idaeus* L., *Petroselinum crispum* у закритому та відкритому ґрунті має значний вплив на мікробіом ґрунту і його функціональні параметри. Найвищий рівень інтенсивності виділення діоксиду карбону спостерігалось в агроценозах перцю і петрушки у закритому ґрунті — 43,7 і 58,2 мг CO<sub>2</sub>/кг ґрунту відповідно. В усіх досліджуваних агроценозах відкритого ґрунту емісія діоксиду карбону була нижчою — в середньому на 75%, ніж у закритому. Чисельність амоніфікаторів і спорових бактерій була вищою в закритому ґрунті, ніж у відкритому, а їх кількість варіювала у межах 1,67–1,21 і 2,23–0,79 млн КУО/г ґрунту відповідно. Чисельність стрептомі-

цетів у закритому ґрунті була в середньому на 85% вищою, ніж у відкритому.

Верифікація мікробіому ґрунту на наявність антибіотикорезистентних мікроорганізмів засвідчила, що найпоширенішими вони були у закритому ґрунті. Значну кількість аеробних мікроорганізмів, що володіють множинною антибіотикорезистент-

ністю, було виділено із закритого ґрунту агроценозу малини (*Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*, *Hafnia alvei*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*) і петрушки (*Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis*).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дем'янюк О.С. Сучасні методичні підходи до оцінювання екологічного стану ґрунту за активністю мікробіоценозу / О.С. Дем'янюк, Л.Ю. Симочко, О.В. Тертична // Питання біоіндикації та екології. — 2017. — Вип. 22, № 1. — С. 55–68.
2. Симочко Л.Ю. Біологічна активність ґрунту природних та антропогенних екосистем в умовах низинної частини Закарпаття / Л.Ю. Симочко // Науковий Вісник Ужгородського університету. — 2008. — № 22. — С. 152–54. (Серія: Біологія).
3. Патица В.П. Мікробіологічний моніторинг ґрунту природних та трансформованих екосистем Закарпаття України / В.П. Патица, Л.Ю. Симочко // Мікробіологічний журнал. — 2013. — Т. 75, № 2. — С. 21–31.
4. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms / H.P. Bais, T.L. Weir, L.G. Perry et al. // Annu Rev Plant Biol. — 2006. — Vol. 57. — P. 233–266.
5. Linking soil microbial communities and ecosystem functioning. / T.C. Balser, A.P. Kinzig, S.W. Pacala, D. Tilman // The functional consequences of biodiversity: Empirical progress and theoretical extensions. Princeton University Press, Princeton, 2002. — P. 265–293.
6. Dimkpa C. Plant-rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions / C. Dimkpa, T. Weinand, F. Asch // Plant Cell Environ. — 2009. — Vol. 32. — P. 1682–1694.
7. Berg G. Plant species and soil type cooperatively shape the structure and function of microbial communities in the rhizosphere / G. Berg, K. Smalla // FEMS Microbiol Ecol. — 2009. — Vol. 68. — С. 1–13.
8. Organic agriculture promotes evenness and natural pest control / D.W. Crowder, T.D. Northfield, M.R. Strand, W.E. Snyder // Nature. — 2010. — Vol. 466. — С. 109–112.
9. Krauss J. Decreased functional diversity and biological pest control in conventional compared to organic crop fields [Електронний ресурс] / J. Krauss, I. Gallenberger, I. Steffan-Dewenter // PLoS. — 2011. — Vol. 6 (5). — Режим доступу: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019502>
10. Martínez J.-L. Natural antibiotic resistance and contamination by antibiotic resistance determinants: The two ages in the evolution of resistance to antimicrobials / J.-L. Martínez // Front. Microbiol. — 2012. — Vol. 3. — P. 338–346.
11. Симочко Л.Ю. Антибіотикорезистентні мікроорганізми в агроекосистемах як чинник ризику для здоров'я людини / Л.Ю. Симочко // Агроекологічний журнал. — 2017. — № 2. — С. 201–204.
12. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.; за ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграрна наука, 2010. — 464 с.
13. Goldman E. Practical Handbook of Microbiology / E. Goldman, L. Green. — Third Edition. Boca Raton: CRC Press, 2015. — 1055 p.
14. Bjorkman J. The cost of antibiotic resistance from a bacterial perspective / J. Bjorkman, D. I. Andersson // Drug Resist Updat. — 2000. — Vol. 3. — P. 237–245.

## REFERENCES

1. Demyanyuk, O.S., Symochko, L.Yu., Tertychna, O.V. (2017). Suchasni metodychni pidkhody do otsynuvannya ekolohichnoho stanu gruntu za aktyvnistyuu mikrobiotsenuzu [Modern methodical approaches to evaluation the ecological condition of soil by microbial activity]. *Pytannya bioindykatsiyi ta ekolohiyi — Problems of Bioindications and Ecology*, 22 (1), 55–68 [in Ukrainian].
2. Symochko, L.Yu. (2008). Biolohichna aktyvnist hruntu pryrodnykh ta antropohennykh ekosystem v umovakh nyzynnoyi chastyny Zakarpattya [Soil biological activity of natural and anthropogenic ecosystems in the lower part of Transcarpathia]. *Naukovyy Visnyk Uzhhorodskoho Universytetu — Scientific Bulletin of Uzhgorod University*, 22, 152–154 [in Ukrainian].
3. Patyka, V.P., Symochko, L.Yu. (2013). Mikrobiolohichnyy monitorynh gruntu pryrodnykh ta transformovanykh ekosystem Zakarpattya Ukrainy [Soil microbiological monitoring of natural and transformed ecosystems in the Transcarpathian region of Ukraine]. *Mikrobiolohichnyi zhurnal — Microbiological Journal*, 75 (2), 21–31 [in Ukrainian].
4. Bais, H.P., Weir, T.L., Perry, L.G., Gilroy, S., Vivanco, J.M. (2006). The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annu Rev Plant Biol*, 57, 233–266 [in English].



5. Balsler, T.C., Kinzig, A.P., Firestone, M.K. (2002). *Linking soil microbial communities and ecosystem functioning*. The functional consequences of biodiversity: Empirical progress and theoretical extensions. Princeton University Press, Princeton [in English].
6. Dimkpa, C., Weinand, T., Asch, F. (2009). Plant-rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions. *Plant Cell Environ*, 32, 1682–1694 [in English].
7. Berg, G., Smalla, K. (2009). Plant species and soil type cooperatively shape the structure and function of microbial communities in the rhizosphere. *FEMS Microbiol*, 68, 1–13 [in English].
8. Crowder, D.W., Northfield, T.D., Strand, M.R., Snyder, W.E. (2010). Organic agriculture promotes evenness and natural pest control. *Nature*, 466, 109–112 [in English].
9. Krauss, J., Gallenberger, I., Steffan-Dewenter, I. (2011). Decreased functional diversity and biological pest control in conventional compared to organic crop fields. *PLoS One*, 6 (5). Retrieved from <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019502> [in English].
10. Martinez, J.-L. (2012). Natural antibiotic resistance and contamination by antibiotic resistance determinants: The two ages in the evolution of resistance to antimicrobials. *Front. Microbiol*, 3, 338–346 [in English].
11. Symochko, L.Yu. (2017). AntybiotykoRezystentni mikroorganizmy v ahroekosystemakh yak chynnyk ryzyku dlya zdorovya lyudyny [Antibiotic resistant microorganisms in agroecosystems as a factor of risk for human health]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 201–204 [in Ukrainian].
12. Volkogon, V.V., Nadkernichna, O.V., Tokmakova, L.M. (2010). *Eksperymentalna hruntova mikrobiologiya: monografiya* [Experimental soil microbiology: monograph]. Kyiv: Agrarna nauka [in Ukrainian].
13. Goldman, E. (Ed.), Green, L. (Ed.) (2015). *Practical Handbook of Microbiology, Third Edition*. Boca Raton: CRC Press [in English].
14. Bjorkman, J., Andersson, D.I. (2000). The cost of antibiotic resistance from a bacterial perspective. *Drug Resist Updat*, 3, 237–245 [in English].

УДК 579.23:578.3

## ПОШИРЕННЯ БАКТЕРІОЗІВ ІНДУКОВАНИХ *ERWINIA AMYLOVORA* У РІЗНИХ ВИДІВ РОСЛИН БІОЦЕНОЗІВ ПОЛІССЯ ЗА УМОВ КОНТАМІНАЦІЇ ЗБУДНИКА БАКТЕРІОФАГОМ

А.А. Бойко<sup>1</sup>, В.О. Цвігун<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

<sup>2</sup> Інститут агроєкології і природокористування НААН

*Розглянуто результати досліджень поширення бактеріального захворювання індукованого *Erwinia amylovora*, що є носієм бактеріофагів на груші, айві, гліді, ліщині та інших видах рослин у природних умовах різних кліматичних регіонів Полісся. На основі обстеження наведено детальну оцінку габітусу уражених рослин, рівень якої визначали за їх ростом і розвитком у процесі вегетації. Для цього проаналізовано листя, гілки, плоди та кореневу систему рослин на виявлення патогенів. Запропоновано використання нових мікробіологічних, вірусологічних та екологічних методів з їх діагностики.*

**Ключові слова:** *Erwinia amylovora*, бактеріофаги, біоценоз.

На сучасному етапі розвитку біологічної науки, що передбачає застосування різнобічних технологій в АПК, актуального значення набуває дослідження взаємовідносин патогенів різних таксономічних груп з рослинним організмом. До того ж різка зміна

клімату, антропологічне навантаження на рослинний організм часто непередбачено впливають на властивості патогенів бактеріальної та вірусної природи, які можуть знижувати продуктивність сільськогосподарських культур. Слід зауважити, що за таких умов з'являються нові резистентні «комбінації» хвороб змішаних інфекцій,

© А.А. Бойко, В.О. Цвігун, 2018