

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

МІКРОБІОЛОГІЯ І БІОТЕХНОЛОГІЯ
MICROBIOLOGY & BIOTECHNOLOGY

Науковий журнал
Виходить 3 рази на рік
Засновано у липні 2006 року

№ 1(57)
2023

Одеса
ОНУ
2023

Засновник
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ № 19409 від 17.08.2012 р.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР
В. О. Іваниця (Одеса, Україна)
ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА
Т. О. Філіпова (Одеса, Україна)
ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР
Т. В. Бурлака (Одеса, Україна)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ
А. Анадон (Мадрид, Іспанія), Л. Д. Варбанець (Київ, Україна), А. І. Вінніков (Дніпро, Україна),
Б. М. Галкін (Одеса, Україна), Г. О. Іутинська (Київ, Україна), Л. В. Капрельянц (Одеса, Україна),
І. К. Курдиш (Київ, Україна), І. П. Метеліцина (Одеса, Україна), Ф. Моцці (Тукуман, Аргентина),
І. І. Панчук (Чернівці, Україна), М. В. Патика (Київ, Україна), В. С. Підгорський (Київ, Україна),
Л. М. Сківка (Київ, Україна), Л. Ф. Суходуб (Суми, Україна), Ф. І. Товкач (Київ, Україна),
Н. Чанішвілі (Тбілісі, Грузія).

Науковий редактор випуску В. О. Іваниця

Прийняті до друку статті обов'язково рецензуються
Затверджено до друку Вченою радою
Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

Відповідно до наказу МОН України № 1301 від 15.10.2019 р.
входить до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б»).

Видання реферується та індексується в наукометричних базах даних: «Україніка наукова», Index Copernicus Journals Master list, Наукова періодика України (Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського), Ulrich's periodicals, Електронний архів-репозитарій Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, Наукова періодика України (journal.uran.ua), Google Академія, Base-search, Citefactor, Advanced, Sciences Index. Research Bib, Наукова електронна бібліотека e-LIBRARY, IBI Factor

Редактори: Т. В. Іваниця, І. В. Райко

Адреса редакції:
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна. Тел.: +38 (048) 723-28-39,
e-mail: journal.mbt@onu.edu.ua
<http://mbt.onu.edu.ua>

© Одеський національний університет
імені І. І. Мечникова, 2023

Establisher
by Odesa National Mechnykov University.
Registration of state certification: KB № 19409. Date of issue 17.08.2012.

EDITOR-IN-CHIEF

V. O. Ivanytsia (Odesa, Ukraine)

CO-EDITOR-IN-CHIEF

T. O. Filipova (Odesa, Ukraine)

EXECUTIVE SECRETARY

T. V. Burlaka (Odesa, Ukraine)

EDITORIAL BOARD MEMBERS

A. Anadon (Madrid, Espana), N. Chanishvili (Tbilisi, Geordgia), B. M. Galkin (Odesa, Ukraine),
G. O. Iutynska (Kyiv, Ukraine), L. V. Kapreliants (Odesa, Ukraine), I. K. Kurdish (Kyiv, Ukraine),
I. P. Metelitsyna (Odesa, Ukraine), F. Mozzi (Tucuman, Argentina), I. I. Panchuk (Chernivtsi, Ukraine),
M. V. Patyka (Kyiv, Ukraine), V. S. Pidgorskyi (Kyiv, Ukraine), L. M. Skivka (Kyiv, Ukraine),
L. F. Sukhodub (Sumy, Ukraine) F. I. Tovkach (Kyiv, Ukraine), L. D. Varbanets (Kyiv, Ukraine),
A. I. Vinnikov (Dnipropetrovsk, Ukraine),

Scientific editor V. O. Ivanytsia

Accepted for publishing articles are reviewed

Approved for publishing by Academic Council
of Odesa National Mechnykov University

**According to the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine № 1301 from
15.10.2019 it is included in the List of scientific professional editions of Ukraine
(category "B").**

**The edition is referenced and indexed in the scientific metric databases: «Ukrainika
scientific», Index Copernicus Journals Master List, Scientific Periodicals in National
Library of Ukraine Vernadsky, Ulrich's periodicals, Scientific Periodicals of Ukraine
(journal.uran.ua), Institutional Repository at Odesa I. I. Mechnykov National University,
Google Scholar, Base-search, Citefactor, Advanced, Sciences Research Bib, e-LIBRARY,
IBI Factor**

Editors: T. V. Ivanytsia, I. V. Raiko

A d d r e s s:

Odesa National Mechnykov University,
Dvoryanska str., 2, Odesa, 65082, Ukraine Tel.: +38 (048) 723-28-39,
e-mail: journal.mbt@onu.edu.ua
<http://mbt.onu.edu.ua>

© Odesa National Mechnykov
University, 2023

ЗМІСТ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ПРАЦІ

Н.Г. Грицева, Л.М. Сківка ПОШИРЕНІСТЬ ЗБУДНИКІВ КІЛЬЦЕВОЇ ГНИЛІ <i>CLAVIBACTER</i> <i>SEPEDONICUS</i> ТА ЧОРНОЇ НІЖКИ І МОКРОЇ ГНИЛІ <i>PESTOBACTERIUM</i> <i>ATROSEPTICUM</i> В УРОЖАЇ КАРТОПЛІ 2021 РОКУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	6
Н.В. Титаренко, Н.І. Теслюк, В.О. Іваниця ВПЛИВ АКТИНОБАКТЕРІЙ НА АДАПТАЦІЮ ДО УМОВ <i>EX VITRO</i> ТА РІСТ МІКРОКЛОНОВАНИХ РОСЛИН <i>RUBUS FRUTICOSUS</i> L.	18
ІНФОРМАЦІЙНЕ ПОВІДОМЛЕННЯ ДЛЯ АВТОРІВ	42
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК СТАТЕЙ, ОПУБЛІКОВАНИХ У ЖУРНАЛІ «МІКРОБІОЛОГІЯ І БІОТЕХНОЛОГІЯ» У 2022 РОЦІ	47

CONTENTS

EXPERIMENTAL WORKS

N.G. Hrytseva, L.M. Skivka

PREVALENCE OF CAUSATIVE AGENTS OF RING ROT *CLAVIBACTER SEPEDONICUS* AND BLACKLEG AND WET ROT *PECTOBACTERIUM ATROCEPTICUM* IN THE 2021 YEAR POTATO HARVEST IN THE TERRITORY OF UKRAINE 0

N. Tytarenko, N. Tesliuk, V. Ivanytsia

IMPACT OF ACTINOBACTERIA ON THE GROWTH AND ACCLIMATIZATION OF MICROPROPAGATED *RUBUS FRUTICOSUS* L. PLANTS TO *EX VITRO* CONDITIONS 18

INSTRUCTIONS FOR THE AUTHORS 42

ALPHABET INDEX OF PAPER PUBLISHED IN JOURNAL “MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY” IN 2022 YEAR 47

Н.Г. Грицева^{1,2}, Л.М. Сківка¹¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННЦ «Інститут біології та медицини»,

вул. Володимирська 60/13, Київ, 01601, Україна

²ТОВ «Сингента», вул. Козацька 120/4, Київ, 03680, Україна,
тел.: +38(066) 466 48 65, e-mail: nataliyavorobiova@ukr.net

**ПОШИРЕНІСТЬ ЗБУДНИКІВ КІЛЬЦЕВОЇ ГНИЛІ
CLAVIBACTER SEPEDONICUS ТА ЧОРНОЇ НІЖКИ
І МОКРОЇ ГНИЛІ *PECTOBACTERIUM ATROSEPTICUM*
В УРОЖАЇ КАРТОПЛІ 2021 РОКУ
НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

Мета роботи дослідити поширеність збудників кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та мокрої гнилі *Pectobacterium atrosepticum* в урожаї картоплі методом DAS ELISA. **Матеріали і методи.** У дослідженні використано зразки врожаю картоплі з Тернопільської, Житомирської, Київської, Черкаської, Дніпровської, Донецької, Миколаївської, Одеської та Херсонської областей. Детекцію збудників проводили методом твердофазного гетерогенного імуоферментного аналізу з використанням комерційних тест-систем LOEWE® Standard Complete Kit (Німеччина). **Результати.** Найвищий відсоток ураженості бульб зареєстровано у Донецькій області: 11,1% – *Clavibacter sepedonicus*, 31,0% – *Pectobacterium atrosepticum* і 8,9% – обом мікроорганізмами. Збудник мокрої гнилі виявлявся, в середньому, вдвічі частіше порівняно зі збудником кільцевої гнилі у зразках урожаю картоплі зі всіх обстежених областей, за виключенням Тернопільської, на території якої спостерігалось значне переважання *Clavibacter sepedonicus*. Найвищі показники ураження врожаю збудником мокрої гнилі зареєстровано, окрім Донецької, у Київській (10,2%) та Одеській (10,0%) областях, показники ураження збудником кільцевої гнилі – у Тернопільській області. Змішана бактеріальна інфекція була виявлена у 6-ти областях з найвищим показником ураження врожаю у Донецькій області. **Висновок.** Аналіз поширення збудників кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та м'якої гнилі *Pectobacterium atrosepticum* в урожаї картоплі свідчить про наявність досліджуваних патогенів у всіх регіонах. Виявлено переважання представника пектолітичних бактерій у всіх областях, окрім Тернопільської, де переважало поширення збудника кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus*. Високі показники поширення досліджених збудників були ймовірно асоційовані з підвищеною локальною середньорічною кількістю атмосферних опадів, а також з підвищеною річною амплітудою цього показника.

Ключові слова: бактеріальні хвороби картоплі, гнилі, *Clavibacter sepedonicus*, *Pectobacterium atrosepticum*



Картопля є основною овочевою культурою, на яку припадає більше 4,5% (1283,1 тис. га) усіх посівних площ в Україні [3]. Ця сільськогосподарська культура в силу свої біологічних особливостей уражується хворобами на всіх етапах життєвого циклу: бульба-рослина-бульба. Внаслідок такого ураження щорічний недобір урожаю картоплі в Україні може становити 20–25% [11]. Вегетативне розмноження картоплі дозволяє патогенам перебувати у бульбах у латентній формі як у період вегетації, так і у період зберігання [1, 2]. Бактеріальні інфекції є одним з важливих біотичних чинників, що обмежують виробництво картоплі, особливо у регіонах з теплим помірним кліматом [7]. До бактеріальних інфекцій, що часто діагностуються на картоплі, відносять хвороби, викликані представниками комплексу видів *Ralstonia solanacearum*, а також бактеріями родів *Pectobacterium*, *Dickeya*, *Streptomyces*, *Pseudomonas* та *Clavibacter* [2, 8].

Було підраховано, що 60% втрат урожаю картоплі пов'язані з гнилями, що виникають під час вирощування, транспортування та зберігання бульб [13]. Найбільш важливими та шкодочинними збудниками бактеріальних хвороб картоплі, згідно Державного стандарту України щодо сортових та посівних якостей картоплі насінневої [4] залишаються збудник кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus*, ураження яким може призводити до 50% втрат урожаю [8] і пектолітичні бактерії: *Pectobacterium atrosepticum*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* та види роду *Dickeya*, що викликають чорну ніжку картоплі при вегетації та зниження урожайності внаслідок цієї хвороби до 25%, та м'яку гниль бульб, що призводить до 30% втрат при зберіганні [2].

Загально визнано, що основним джерелом бактеріальних інфекцій картоплі є латентно уражені насінневі (материнські) бульби. При загиванні материнської бульби, бактерії вивільняються у ґрунт та мігрують через ґрунтову воду, уражуючи молоді бульби. Czajkowski et al. [2] показали, що бактерії, які перебувають у ґрунті, також можуть колонізувати корені картоплі, а згодом мігрувати через судинну систему у молоді бульби. Однак, за відсутності сприятливих умов, фітопатогенні бактерії зберігаються у бульбах у мінімальній кількості, не спричиняючи помітного розвитку захворювання. Крім уражених насінневих бульб джерелом фітопатогенних бактерій *Clavibacter sepedonicus* та *Pectobacterium atrosepticum* у сільському господарстві також можуть слугувати уражене сільськогосподарське обладнання, призначене для посадки та збору урожаю картоплі, склади для зберігання картоплі, рослинні рештки та, у деяких випадках, вода для іригації [8].

Діагностика насінневого матеріалу та урожаю картоплі на наявність збудників гнилей має важливе значення для оцінки і контролю його посівних якостей. Збудник кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* в Україні відноситься до некарантинних, але регульованих шкідливих організмів. У країнах-членах Європейської Організації Захисту Рослин він віднесений до карантинних об'єктів списку A2 [9]. Збудник мокрої гнилі та чорної ніжки картоплі *Pectobacterium atrosepticum* був віднесений журналом Molecular Plant Pathology до десятки фітопатогенних мікроорганізмів, що наносять значні економічні збитки світовому сільському господарству.



У даний час для діагностики кільцевої та мокрої гнилей картоплі у світі, а також в Україні застосовують мікробіологічні, біохімічні, імунохімічні та молекулярні підходи [1, 6, 8, 10]. Метод культивування, серологічні методи і полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) є золотим стандартом у діагностиці фітопатогенних мікроорганізмів, у т.ч. збудників бактеріальних хвороб картоплі [10].

Серологічні методи, які є найширше застосовуваними у діагностичних лабораторіях агропромислового комплексу як в Україні, так і за її межами, включають метод імунофлюоресценції та твердофазний гетерогенний імуноферментний аналіз (Enzyme Linked Immunosorbent Assay, ELISA). Останній є провідним методичним підходом, оскільки має високу чутливість і зазвичай використовується для виявлення збудників у рослинному матеріалі без видимих ознак захворювання [5].

Метою даної роботи було дослідити поширеність збудників кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та чорної ніжки і мокрої гнилі *Pectobacterium atrocepticum* в урожаї картоплі методом DAS ELISA.

Матеріали та методи

Дослідження проводились на базі лабораторії Білоцерківського діагностичного центру ТОВ «Сингента».

Об'єктами досліджень слугували 1640 бульб картоплі, відібрані з 9-ти областей України включаючи Одеську (40 бульб), Київську (430 бульб), Донецьку (90 бульб), Херсонську (120 бульб), Черкаську (120 бульб), Тернопільську (450 бульб), Миколаївську (120 бульб), Житомирську (90 бульб) та Дніпропетровську (150 бульб) області (рис. 1.). Відбір зразків та формування середньої проби картоплі проводився уповноваженими особами з господарств під час збору урожаю відповідно до ДСТУ 4014:2001 [4].

Наявність досліджуваних бактеріальних збудників *Clavibacter sepedonicus* та *Pectobacterium atrocepticum* проводили імунохімічним методом DAS ELISA (sandwich-варіант імуноферментного аналізу) з використанням комерційних тест-систем LOEWE® Standard Complete Kit (Німеччина) відповідно інструкції виробника.

Оптичну густину продукту ферментативної реакції вимірювали на мікропланшетному фотометрі SUNRISE (TECAN Austria GmbH, Австрія) за довжини хвилі 405 нм. Для обробки результатів застосовували програму Магеллан V.7.1.

Розрахунок поширення бактеріальних моно- та змішаних інфекцій проводили за формулою:

$$\text{Поширення хвороби} = (n \cdot 100) / N$$

де n – кількість уражених бульб у пробі, шт.;

N – загальна кількість бульб у пробі, шт. [6]

Аналіз досліджуваних бульб картоплі проводили у трикратній повторності. Статистичне опрацювання отриманих результатів імуноферментного аналізу проводили традиційними методами варіаційної статистики з визначенням середнього значення \pm SD.





Рис.1. Карта-схема відбору досліджуваних бульб картоплі
Примітка 40* – кількість досліджуваних бульб

Fig.1. Map diagram of the selection of potato tubers
Note 40* – the number of analysed tubers

Результати досліджень та їх обговорення

Початок картопляного сезону в Україні у 2021 році ознаменувався низькими температурами та достатнім зволоженням у квітні та на початку травня. Період вегетації культури характеризувався високими показниками опадів у травні для Київської, Житомирської та Тернопільської областей, а у червні для Одеської, Миколаївської, Дніпропетровської та Донецької областей, що, імовірно, створило оптимальні умови для активації латентної бактеріальної інфекції та інтенсивного ураження проростків фітопатогенними мікроорганізмами. Посушливими місяцями у період активної вегетації картоплі у полі стали серпень для Донецької та Миколаївської областей. Період збирання урожаю картоплі у 2021 році затягнувся через дощову погоду, що негативно вплинуло як на терміни збору, так і на якість урожаю в цілому (табл. 1.) [14].

Відповідно до результатів проведеного нами дослідження встановлено картину поширення у досліджуваних областях України двох основних збудників бактеріальних хвороб картоплі: кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та мокрої гнилі *Pectobacterium atrosepticum* (табл.2).

Збудник мокрої гнилі інтенсивно розвивається та проявляється у роки з підвищеною вологістю та низькими температурами у період вегетації культури, на відміну від багатьох інших представників пектолітичних бактерій, що

Таблиця 1

Погодні умови в період посадки, вегетації та збору урожаю картоплі у 2021 році [14]

Table 1

Weather conditions during the period of planting, vegetation, and harvesting of potatoes in 2021[14]

Місяць	Показники	Одеська	Миколаївська	Херсонська	Дніпропетровська	Донецька	Черкаська	Київська	Житомирська	Тернопільська
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Квітень (IV)	ΣR^* , мм	43,5	45,8	42	45,2	31,6	52,5	40,1	44,2	36,4
	$t_{сер}^{**}$, °C	9,5	9,3	9,9	9,6	9,6	8,4	8,1	7,6	7,1
Травень (V)	ΣR^* , мм	60,5	51,9	25,8	29,8	41,6	59,4	104,5	117	82,2
	$t_{сер}^{**}$, °C	16,2	16,2	17,1	16,7	17,1	15,1	14,3	13,6	13,1
Червень (VI)	ΣR^* , мм	114	90,2	75,0	129,3	130,9	77,8	50,7	47,6	63,5
	$t_{сер}^{**}$, °C	21,2	21,5	21,8	21,2	21,2	20,4	20,4	20,1	19,2
Липень (VII)	ΣR^* , мм	37,9	36,5	59,9	44,9	44,8	36,8	50	44,2	81,9
	$t_{сер}^{**}$, °C	26	26,5	27,1	26,3	26,2	25,2	24,7	24	23
Серпень (VIII)	ΣR^* , мм	13,9	12	21,7	17,1	11,7	46,9	37,5	60,5	49,4
	$t_{сер}^{**}$, °C	24,7	25,3	26,5	26	26,3	23,4	22	20,8	20,3
Вересень (IX)	ΣR^* , мм	10,9	22,5	12,2	16,9	26,9	25,2	27,6	28,4	29,3
	$t_{сер}^{**}$, °C	16,9	16,3	17	15,6	15,8	14,6	13,9	13,6	14,4



Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Сума опадів, мм	280,7	258,9	101,7	283,2	287,5	298,6	282,8	341,9	342,7
	Середнє значення опадів \pm SD, мм	46,78 $\pm 37,85$	43,15 $\pm 27,34$	25,42 $\pm 12,43$	47,20 $\pm 42,13$	47,91 $\pm 42,32$	49,77 $\pm 18,25$	56,56 $\pm 27,43$	56,98 $\pm 31,13$	57,11 $\pm 22,56$
	Амплітуда опадів, мм	103,1	78,2	62,8	112,4	119,2	52,6	84,1	88,6	52,9
	Сума температур, °C	114,5	115,1	119,4	115,4	116,2	107,1	103,4	99,7	97,1
	Середнє значення температур \pm SD, °C	19,08 $\pm 6,14$	19,18 $\pm 6,49$	19,90 $\pm 6,56$	19,23 $\pm 6,51$	19,36 $\pm 6,50$	17,85 $\pm 6,30$	17,23 $\pm 6,19$	16,61 $\pm 6,06$	16,18 $\pm 5,79$
	Амплітуда температур, °C	16,5	17,2	17,2	16,7	16,7	16,8	16,6	16,4	15,9

Примітки: * ΣR – сума атмосферних опадів, мм; ** $t_{\text{сер}}$ – середня температура повітря, °C.Notes: * ΣR – the sum of rainfall, mm; ** t_{avg} – average air temperature, °C.

Таблиця 2

Поширеність збудників мокрої та кільцевої гнилей у формі моно- та змішаної інфекції (%) в урожаї картоплі

Table 2

Prevalence of causative agents of soft and ring rots in the form of mono- and mixed infection (%) in the potato harvest

Область	<i>Clavibacter sepedonicus</i> , %	<i>Pectobacterium atrocepticum</i> , %	Мікст-інфекція, %	Здорові бульби, %
Одеська	7,5	10,0	5,0	77,5
Миколаївська	0,8	2,5	0,0	96,7
Херсонська	2,5	7,5	0,8	89,2
Донецька	11,1	31,0	8,9	48,9
Дніпропетровська	4,0	4,7	0,0	91,3
Черкаська	3,4	5,0	0,8	90,8
Київська	6,1	10,2	3,5	80,2
Житомирська	2,2	6,7	0	91,1
Тернопільська	10,6	1,8	0,7	86,9

ростуть при температурах вище 36 °С. Ураження збудником кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* у вологі роки та за помірних температур, проявляється слабким в'яненням вегетативної маси та інтенсивним розвитком бульбової форми хвороби, однак при відсутності ґрунтової вологи та за високих літніх температур ураження бульбовою формою є незначним, а в'янення та загибель вегетативної маси відбувається у ранні строки [7].

Коливання кількості опадів та різкі зміни температури протягом періоду вегетації, не сертифікований садивний матеріал, порушення агротехнічних та фітосанітарних заходів, недотримання коректних умов закладання та зберігання насінневої картоплі призводить до збереження та накопичення бактеріальних збудників у популяціях картоплі та на сільськогосподарських угіддях. Тому, володіння інформацією про поширеність та склад патогенного комплексу в агроценозах є єдиним фактором, що визначає своєчасне застосування фітосанітарних заходів захисту і як наслідок сприятиме мінімізації шкодочинності інфекційних агентів та формуватиме врожайність та якість продукції.

Досліджувані мікроорганізми були розповсюджені у всіх обстежених регіонах вирощування картоплі, однак, з різною частотою виявлення.

Найвищий відсоток ураженості бульб зареєстровано у Донецькій області (11,1% – *Clavibacter sepedonicus*, 31% – *Pectobacterium atrocepticum* і 8,9% – обома мікроорганізмами), на території якої зареєстровано найвищу річну амплітуду суми атмосферних опадів та найвищий серед усіх досліджуваних областей їх рівень у червні. Збудник мокрої гнилі виявлявся, в середньому,



вдвічі частіше порівняно зі збудником кільцевої гнилі у зразках урожаю картоплі усіх обстежених областей, за виключенням Тернопільської, на території якої спостерігалось значне переважання *Clavibacter sepedonicus*. Особливістю погодних умов у 2021 році на цій території були високі показники атмосферних опадів у липні та серпні.

Найвищі показники ураження врожаю збудником мокрої гнилі зареєстровано, окрім Донецької, у Київській (10,2%) та Одеській (10,0%) областях, на території яких також зафіксовано високі показники суми атмосферних опадів у червні та травні відповідно. Крім того, для Одеської області також була характерною висока річна амплітуда цього показника. Позитивний результат 7,5% та 6,7% досліджуваних бульб давали позитивний результат на представника пектолітичних бактерій (*Pectobacterium atrosepticum*) у Херсонській та Житомирській областях відповідно.

Відсоток ураження мокрою гниллю у Черкаській, Дніпропетровській, Миколаївській та Тернопільській областях не сягав більше 5,0% і становив 5,0%, 4,7%, 2,5% та 1,8% відповідно. Спільних особливостей погодних умов для цих областей не виявлено. На території Черкаської і Тернопільської областей зареєстровано мінімальні значення річної амплітуди атмосферних опадів. При цьому значення цих показників для двох інших областей з мінімальним поширенням збудника мокрої гнилі були близькими до максимальних. Це підтверджує той факт, що погодні умови, у т.ч. вологість є ключовим, але не єдиним чинником, що впливає на поширення *Pectobacterium atrosepticum*. Важливе значення має стійкість сортів до збудника мокрої гнилі [2,6].

Найвищий відсоток поширення збудника кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* серед досліджуваних областей був виявлений у Донецькій та Тернопільській областях і сягав показників 11,1% та 10,6%, відповідно. В Одеській області присутність збудника було виявлено у 7,5% досліджуваних бульб картоплі. За результатами дослідження, 6,1% бульб були уражені коринєформною бактерією збудником кільцевої гнилі картоплі *Clavibacter sepedonicus* у Київській області. У Дніпропетровській, Черкаській, Херсонській, Житомирській та Миколаївській областях ступінь ураження кільцевою гниллю не перевищував 5,0% та становив 4,0%, 3,4%, 2,5%, 2,2% та 0,8%, відповідно.

Хвороби рослин, за яких у процес ураження залучено більше, ніж один патоген, зазвичай називають «комплексними», оскільки їх діагностика та подальша боротьба є більш складними. Naumann et al. у своєму дослідженні повідомляють про синергетичну взаємодію *Clavibacter sepedonicus* та *Pectobacterium atrosepticum* при комбінованій інокуляції обома збудниками бульб картоплі у 3-х річних польових та тепличних випробуваннях [12].

Ураження збудником кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та мокрої гнилі *Pectobacterium atrosepticum* одночасно спостерігали у досліджуваних бульбах Донецької, Одеської, Київської, Херсонської, Черкаської та Тернопільської областей. Найвища частка бульб зі змішаною інфекцією виявлена у Донецькій області і сягала 8,9%. В Одеській області змішана інфекція підтверджена у 5,0% досліджуваних бульб. Одночасне виявлення збудників кільцевої та мокрої гнилі у Київській області встановлено у 3,5% бульб. У Херсонській, Черкаській та Тернопільській областях ступінь поширення мікст-ін-



фекції не перевищував 1,0% і становив 0,8%, 0,8% та 0,7%. Слід зазначити, що для погодних умов на території цих областей була характерною найнижча річна амплітуда атмосферних опадів.

За результатами проведеного дослідження встановлено, що відсоток бульб вільних від збудника кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та збудника мокрої гнилі та чорної ніжки картоплі *Pectobacterium atrocepticum* коливався від 48,9% для Донецької області до 96,7% для Дніпропетровської області.

Таким чином, аналіз поширення збудників кільцевої гнилі *Clavibacter sepedonicus* та мокрої гнилі *Pectobacterium atrocepticum* в урожаї картоплі свідчить про переважання представника пектолітичних бактерій у всіх областях окрім Тернопільської, де переважало поширення *Clavibacter sepedonicus* збудника кільцевої гнилі. Високі показники поширення досліджених збудників були асоційовані з підвищеною середньорічною кількістю атмосферних опадів, а також з підвищеною річною амплітудою цього показника.

Автори висловлюють глибоку вдячність компанії ТОВ "СИНГЕНТА" в Україні за фінансову підтримку дослідження.

N.G. Hrytseva^{1,2}, L.M. Skivka¹

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv,
ESC "Institute of Biology and Medicine",
60/13, Volodymyrska str., Kyiv, Ukraine, 01601,
e-mail: nataliyavorobiova@ukr.net

²LLC «Syngenta», 120/4, Kozatska str., Kyiv, Ukraine, 03680

PREVALENCE OF CAUSATIVE AGENTS OF RING ROT *CLAVIBACTER SEPEDONICUS*, BLACKLEG AND WET ROT *PECTOBACTERIUM ATROCEPTICUM* IN THE 2021 YEAR POTATO HARVEST IN THE TERRITORY OF UKRAINE

Summary

Aim. To investigate the prevalence of causative agents of ring rot and soft rot in the potato harvest by the DAS ELISA method. **Materials and methods.** Samples of the potato harvest from Ternopil, Zhytomyr, Kyiv, Cherkasy, Dnipropetrovsk, Donetsk, Mykolaiv, Odesa, and Kherson regions were used in the study. The detection of bacterial agents was conducted by enzyme-linked immunosorbent assay using commercial test systems LOEWE® Standard Complete Kit (Germany). **Results.** The highest percentage of affected potatoes was registered in the Donetsk region: 11.1% – by the *Clavibacter sepedonicus*, 31.0% – by the *Pectobacterium atrocepticum*, and 8.9% – by both bacteria. The causative agent of soft rot was detected twice as often as a causative agent of ring rot in tuber samples from all regions, except the Ternopil region, where the predominance of *Clavibacter sepedonicus* was revealed. In addition to the Donetsk region, a high prevalence of the causative agent of soft rot was found in the potato harvest from Kyiv (10.2%) and Odesa (10.0%) regions, the highest abundance of the causative agent of ring rot was detected in the Ternopil region. The mixed bacterial infection of potato tubers was diagnosed in 6 areas, and the highest rate was detected in the Donetsk



region. **Conclusion.** The analysis of the distribution of ring rot pathogen *Clavibacter sepedonicus* and soft rot pathogen *Pectobacterium atrosepticum* in the potato crop shows the presence of research pathogens in all studied regions. It was discovered the dominance of the representative of pectolytic bacteria in all regions except Ternopil, where the distribution of *Clavibacter sepedonicus*, the causative agent of ring rot, was dominated. High rates of spread of the studied pathogens were associated with increased local average annual precipitation, as well as with increased annual amplitude of this indicator.

Key words: bacterial diseases of potatoes, rot, *Clavibacter sepedonicus*, *Pectobacterium atrosepticum*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бородай В.В., Парфенюк А.І. Поширеність та розвиток основних хвороб картоплі (*Solanum tuberosum* L.) в Україні // Агроєкологічний журнал. – 2018. – № 4. – С. 82–87.
2. Гвоздяк Р.І., Пасічник Л.А., Яковлева Л.М., Мороз С.М., Литвинчук О.О., Житкевич Н.В., Ходос С.Ф., Буценко Л.М., Данкевич Л.А., Гриник І.В., Патица В.П. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин. – К.:ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. – 444 с.
3. Державна служба статистики України. Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами. Доступ онлайн: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [цитовано 28 берез. 2021].
4. ДСТУ 4014:2001. Картопля насіннева. Відбір проб і методи визначення посівних якостей. – К.: Держспоживстандарт України, 2001. – 36 с.
5. Коломієць Ю.В., Буценко Л.М. Аналіз методів діагностики бактеріальних хвороб томатів в Україні // Біологічні системи: Теорія та інновації. – 2021. – 12. – № 1. – С. 16–29. doi:10.31548/biologiya2021.01.002.
6. Положенець В.М., Немерицька Л.В. Діагностика, симптоматика та джерела інфекції чорної ніжки картоплі // Наукові доповіді НУБІП України. – 2019. – № 6 (82). doi: 10.31548/dopovidi2019.06.002.
7. Campos H., Ortiz O. Bacterial Diseases of Potato. – Springer Cham; Springer. – 2020. – 507 p. doi:10.1007/978-3-030-28683-5_10.
8. Chakma M., Rana M., Jangid A., Shringi A. Potato bacterial ring rot pathogen detection and outbreak prevention // AGBIR. – 2021. – 37(6). – P. 188–194.
9. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). EPPO activities on plant quarantine Available online: https://www.eppo.int/activities/quarantine_activities (cited 2022 Des. 15).
10. Hashemi Tameh M., Primiceri E., Chiriaco M.S., Poltronieri P., Bahar M., Maruccio, G. *Pectobacterium atrosepticum* Biosensor for Monitoring Blackleg and Soft Rot Disease of Potato // Biosensors. – 2020. – 10(6). – 64. doi:10.3390/bios10060064.
11. Naas H., Sebahia M., Orfei B., Rezzonico F., Buonauro R., Moretti C. *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* and *Pectobacterium carotovorum*



- subsp. *carotovorum* as causal agents of potato soft rot in Algeria // *European Journal of Plant Pathology*. – 2018. – 151(2). – P. 1027–1034.
doi:10.1007/s10658-018-1438-3.
12. Naumann K., Zielke R., Gierz E., Meyer U. Auswirkung einer Infektion mit *Corynebacterium sepedonicum* (Spieckermann & Kotthoff) Skaptason & Burkholder im Feldbestand bei gleichzeitigem Befall mit *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (van Hall) Dye // *Zentralblatt für Mikrobiologie*. – 1986. – V. 141 (8). – P. 615-631.
doi:10.1016/S0232-4393(86)80071-3.
 13. Padilla-Gálvez N., Luengo-Urbe P., Mancilla S., Maurin A., Torres C., Ruiz P., France A., Acuña I., Urrutia H. Antagonistic activity of endophytic actinobacteria from native potatoes (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* L.) against *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* and *Pectobacterium atrosepticum* // *BMC Microbiol.* – 2021. – 21.
doi:10.1186/s12866-021-02393-x.
 14. *The Foreign Agricultural*. 2021 Spring Crop Season Available online: <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/imageview.aspx?regionid=umb&start-date=10/11/2019&imenddate=10/20/2019&ftypeid=19&fattributeid=1&s-typeid=19&sattributeid=7> (cited 2023 Jan. 10).

REFERENCES

1. Borodai VV, Parfeniuk AI. Prevalence and development of main diseases of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Ukraine. *Agroecological journal*. 2018; (4): 82–87. (in Ukrainian)
2. Hvozdiak RI, Pasichnyk LA, Yakovleva LM, Moroz SM, Lytvynchuk OO, Zhytkevych NV, Khodos SF, Butsenko LM, Dankevych LA, Hrynyk IV, Patyka VP. Phytopathogenic bacteria. Bacterial diseases of plants. Interservice, Poltava, 2011. 444 p. (in Ukrainian)
3. State Statistics Service of Ukraine [Internet]. Sown areas of agricultural crops by their types. [cited 2021 Mar. 28] Available online: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (in Ukrainian)
4. DSTU 4014:2001. Seeds potato. Sampling and methods of determining seed qualities. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2001:36. (in Ukrainian)
5. Kolomiets YV, Butsenko LM. Analysis of methods of diagnosis of bacterial diseases of tomatoes in Ukraine. *Biological Systems: Theory and Innovation*. 2021; 12(1):16–29.
doi:10.31548/biologiya 2021.01.002.
6. Polozhenets VM, Nemerytska LV. Diagnosis, symptoms, and sources of infection of the black leg of the potato. *Scientific reports of NULES of Ukraine*. 2019; 6(82). (in Ukrainian).
doi:10.31548/dopovidi2019.06.002.
7. Campos H, Ortiz O. *Bacterial Diseases of Potato*. Springer Cham, Springer. 2020. 507 p.
doi:10.1007/978-3-030-28683-5_10.



8. Chakma M, Rana M, Jangid A, Shringi A. Potato bacterial ring rot pathogen detection and outbreak prevention. *Agricultural and Biological Research* 2021; 37(5):188–194.
9. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) [Internet]. EPPO activities on plant quarantine [cited 2022 Des. 15] Available online: https://www.eppo.int/activities/quarantine_activities
10. Hashemi Tameh M, Primiceri E, Chiriaco MS, Poltronieri P, Bahar M, Maruccio G. *Pectobacterium atrosepticum* Biosensor for Monitoring Blackleg and Soft Rot Disease of Potato. *Biosensors*. 2020;10(6):64. doi:10.3390/bios10060064.
11. Naas H, Sebahia M, Orfei B, Rezzonico F, Buonauro R, Moretti C. *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* as causal agents of potato soft rot in Algeria. *European Journal of Plant Pathology*. 2018; 151(2):1027–1034. doi:10.1007/s10658-018-1438-3.
12. Naumann K, Zielke R, Gierz E, Meyer U. Auswirkung einer Infektion mit *Corynebacterium sepedonicum* (Spieckermann & Kotthoff) Skaptason & Burkholder im Feldbestand bei gleichzeitigem Befall mit *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (van Hall) Dye. *Zentralblatt für Mikrobiologie*. 1986; 141(8):615–631. doi:10.1016/S0232-4393(86)80071-3.
13. Padilla-Gálvez N, Luengo-Urbe P, Mancilla S, Maurin A, Torres C, Ruiz P, France A, Acuña I, Urrutia H. Antagonistic activity of endophytic actinobacteria from native potatoes (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* L.) against *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* and *Pectobacterium atrosepticum*. *BMC Microbiol*. 2021; 21(335). doi:10.1186/s12866-021-02393-x.
14. The Foreign Agricultural [Internet]. 2021 Spring Crop Season [cited 2023 Jan.10] Available online:<https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/imageview.aspx?regionid=umb&startdate=10/11/2019&imenddate=10/20/2019&ftypeid=19&fattributeid=1&stypeid=19&sattributeid=7>.

Стаття надійшла до редакції 15.02.2023 р.



УДК 579.64

Н.В. Тигаренко, Н.І. Теслюк, В.О. Іваниця

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,
e-mail: tatti383@gmail.com

ВПЛИВ АКТИНОБАКТЕРІЙ НА АДАПТАЦІЮ ДО УМОВ *EX VITRO* ТА РІСТ МІКРОКЛОНОВАНИХ РОСЛИН *RUBUS FRUTICOSUS* L.

Мікроклонування є ефективним методом репродукції рослин, що активно розвивається в Україні для оздоровлення та масового розмноження таких цінних рослин, як Ожина звичайна. Проте, на стадії адаптації мікроклованих рослин до умов *ex vitro* часто виникає проблема втрати великої кількості мікроклонів. Інокуляція ризосфери таких рослин потенційно корисними мікроорганізмами може позитивно вплинути на приживлюваність та зовнішні характеристики адаптованих саджанців. **Метою** даного дослідження було визначити вплив ізолятів морських актинобактерій на мікрокловані рослини Ожини звичайної під час адаптації до умов *ex vitro* та встановити ріст-стимулювальний і захисний потенціал даних бактерій для рослин. **Методи.** У дослідженні використовували міцеліальні актинобактерії, ізольовані із зразків обростань природного черепашику і бетонних поверхонь, зібраних в Одеській затоці Чорного моря та Куяльницькому лимані. Визначення антагоністичної активності дослідних мікроорганізмів проводили методом агарових блоків, і здійснювали інокуляцію коренів мікроклонів Ожини звичайної суспензіями бактерій перед висадкою у ґрунт. **Результати.** Встановлено наявність антагоністичних властивостей дослідних бактерій до фітопатогенних грибів *P. expansum*, *P. variotii*, *A. niger*, *C. cladosporioides*, *F. oxysporum*, *A. alternata*, *R. cerealis* та *A. tenuissima*. Виявлено позитивний вплив бактерій на мікрокловані рослини ожини під час адаптації до умов *ex vitro*: підвищення приживлюваності мікроклонів у ґрунті до 34,8%, середньої висоти новоутворених пагонів дослідних рослин – до 2,0 см, кількості вузлів – до 3,4 вузлів, площі листа – до 0,4 см². **Висновок.** Ізоляти міцеліальних актинобактерій *Lim4*, *Mut7ch*, *Сопс32*, *Сопс4* є перспективними для інокуляції мікроклованих рослин на етапі адаптації до умов *ex vitro* і можуть бути рекомендовані для подальших досліджень з метою встановлення конкретних механізмів взаємодії даних бактерій та рослин.

Ключові слова: *Rubus fruticosus*, мікрокловальне розмноження, адаптація *ex vitro*, морські актинобактерії, антагоністичні властивості

Ожина звичайна (*Rubus fruticosus* L.) – традиційна плодово-ягідна культура, що в останні роки стає все популярнішою для вирощування на території України. Це харчова, кормова, медоносна, танідоносна, лікарська, декоративна рослина і природний барвник [14]. Насадження ожини перешкоджають процесам ерозії ґрунту, а плоди використовуються у різноманітних сферах



виробництва: медичній, харчовій, косметичній промисловості. Ягоди ожини є джерелом цінних нутрієнтів, у тому числі, природних антиоксидантів. Флавоноїди та фенольні сполуки, виділені з ягід, мають антиканцерогенний та протизапальний ефект [36].

Популярними є безшипні сорти, культивування яких забезпечує зручність збору врожаю із відмінною якістю плодів. Традиційно ожину розмножують верхівковими відводами, корінними і зеленими черенками, відприсками, розділенням куща [7]. Але успішне застосування вегетативного способу розмноження обмежене потребою великих площ для саджанців, додаткових зусиль для боротьби з бур'янами та інфекційними хворобами рослин [5].

Для подолання зазначених обмежень, доцільно використовувати метод мікроклонального розмноження – швидкий та зручний спосіб репродукції рослин, що дозволяє отримувати велику кількість садивного матеріалу за короткий час. Розмножуючи рослини даним способом, можливо оздоровити саджанці від вірусних та бактеріальних інфекцій та, за потреби, налагодити цілорічне виробництво цільового рослинного матеріалу. Мікроклонування широко застосовується для масового розмноження багатьох цінних плодово-декоративних видів рослин та, зокрема, різних сортів Ожини звичайної [34].

Проте, у даного методу є особливості, що можуть значно обмежити його успішне використання. У першу чергу, це стосується постасептичної адаптації мікроклонів. У процесі адаптації зазвичай втрачається велика кількість рослинного матеріалу через знижену стійкість рослин до інфекцій та деякі фізіологічні особливості (недорозвинена кутикула, надмірна інтенсивність транспірації, недостатній рівень фотосинтезу і т.д.) та загальну недостатню стресостійкість порівняно до звичайних рослин [31]. Зменшення адаптаційного стресу для мікроклонів рослин є сьогодні однією з пріоритетних задач біотехнології рослин.

Враховуючи той факт, що мікроклони культивуються в асептичних умовах та не мають повноцінно сформованої мікробіоти, і знаючи про важливість взаємодії мікроорганізмів та рослин у природі, ми можемо припустити, що їх інокуляція корисними бактеріями на етапі адаптації до умов оточуючого середовища може підвищити приживлюваність саджанців у ґрунті та позитивно вплинути на зовнішні характеристики садивного матеріалу [2].

Як потенційно корисні мікроорганізми можуть бути актинобактерії – представники таксономічної групи мікроорганізмів, що сьогодні широко досліджується як можливий стимулятор росту та агент захисту рослин. Велике різноманіття актинобактерій населяють ризосферу рослин та тісно з нею взаємодіють, що дає можливість характеризувати їх як бактерії-стимулятори росту рослин. При цьому, вони мають як прямі, так і опосередковані механізми впливу на рослини. Серед відомих на сьогодні механізмів дії актинобактерій можна виділити: синтез антибіотичних речовин (у тому числі, летких) та ферментів, що викликають гідроліз клітинної стінки фітопатогенних грибів; синтез фітогормонів, 1-аміноциклопропан-1-карбоксилат дезамінази, сидерофорів; фіксацію азоту та сольобілізацію фосфатів у ґрунті, гіперпаразитизм, сприяння симбіозу рослин з іншими корисними мікроорганізмами [18, 26, 30, 13, 21].



Пошук та ідентифікація потенційно корисних для рослин бактерій є дуже актуальним напрямом досліджень, спрямованим на підтримку принципів сталого сільськогосподарського виробництва [8]. З використанням ріст-стимулювальних та захисних мікроорганізмів для культурних рослин стає можливим зменшення використання хімічних добрив, токсичних для тварин засобів захисту рослин, та підвищення врожайності важливих агрокультур. У тому числі, актинобактерії із зазначеними властивостями можуть бути використані також для мікротклонального розмноження, а саме під час адаптації рослин до умов *ex vitro* для підвищення рівня приживлюваності, захисту від патогенів та пом'якшення стресових умов вирощування у відкритому ґрунті [2].

Відомо, що більшість корисних для рослин актинобактерій виділяють зазвичай із ґрунту або із самих рослин, але пошук стимуляторів росту та антагоністів фітопатогенів у незвичних середовищах є перспективним напрямком досліджень, що тільки починає розвиватися по всьому світу. Екстремофільні актинобактерії, а також бактерії із незвичайних екологічних ніш (наприклад, морські мікроорганізми роду *Streptomyces*) зазвичай мають специфічні адаптації до екстремальних умов існування, що виявляється у продукуванні унікальних біологічних речовин [16]. Таким мікроорганізмам властива висока екологічна та фізіологічна пластичність, що дозволяє їм виживати у широкому діапазоні умов. Проте, доцільність використання таких мікроорганізмів для аграрного сектору чи біотехнології рослин ще недостатньо вивчена та потребує додаткових досліджень. Але результати певних небагаточисленних експериментів щодо скринінгу морських актинобактерій на ріст-стимулювальні властивості відкривають великий потенціал їх застосування для покращення росту та розвитку рослин як у звичайних, так і стресових умовах [27].

Таким чином, метою даного дослідження було визначити вплив ізолятів морських актинобактерій на мікротклоновані рослини Ожини звичайної під час адаптації до умов *ex vitro* та встановити ріст-стимулювальний і захисний потенціал даних бактерій для рослин.

Матеріали та методи

Рослинний матеріал. Для введення в культуру *in vitro* проводили відбір молодих однорічних нездерев'янілих пагонів Ожини звичайної (*Rubus fruticosus* L. сорту Thornfree). Донорні рослини вирощувалися у відкритому ґрунті. Як ініціальні експланти виступали вузлові сегменти рослин із верхівковими або пазуховими бруньками. При цьому залишали частину стебла довжиною 0,3–0,5 см з обох боків від бруньки.

Відібрані пагони поверхнево стерилізували, розрізали та культивували вузлові сегменти на середовищі Мурасіге та Скуга (МС) [22] з 25 г/л цукрози. На етапі введення в культуру *in vitro* у середовище додавали фітогормон цитокінінового ряду 6-бензиламінопурин (6-БАП) в концентрації 1 мг/л. На стадії саме клонального мікророзмноження рослин застосовували фітогормональне середовище з таким складом: 1,5 мг/л 6-БАП та 0,5 мг/л нафтилоцтової кислоти. Культивування введених у культуру експлантів здійснювалося в умовах



культуральної кімнати за температури 25 °С, відносній вологості 55–70%, інтенсивності освітлювання 2500 лк, фотоперіоді 16/8 годин.

Для передадаптаційного періоду мікроклони пересаджували на середовище МС без гормонів. Для експериментів з адаптації мікроклонованих рослин до умов *ex vitro* відбирали мікроклони з розвинутою кореневою системою та висотою надземної частини в діапазоні 3,0–3,5 см.

Мікроорганізми та умови культивування. У дослідженні використовували ізоляти міцеліальних актинобактерій Conc2, Conc17, Conc11, Conc5, Conc18, Myt7b, Myt5, Myt4b, Myt7ch, Conc4, Conc32, Conc42, Myt8, Conc24, Lim4, Lim6.1, Conc10, Conc1, Conc8, Ku7, Ku8, Sea2, Conc9 [1]. Вони ізолювані із зразків біологічного обростання природного черепашнику і бетонних поверхонь, зібраних на глибині 0,2–1,0 м, а також із мушлі мідій, зібраних на глибині 5,0–6,0 м, у червні – липні 2020 р. в Одеській затоці Чорного моря та Куяльницького лиману. Бактерії культивували на середовищах Гаузе 1, Гаузе 2, вівсяному агарі або у рідкому середовищі Беннета впродовж 7–10 діб.

Як тест-штами для визначення антагоністичної активності використано штами міцеліальних грибів, отримані з колекції Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України: *Aspergillus niger* УКМ F-16706, *Paecilomyces variotii* УКМ F-424, *Cladosporium cladosporioides* УКМ F-2235, *Penicillium expansum* УКМ F-575, *Alternaria alternata* УКМ F-16866, *Fusarium oxysporum* УКМ F-54201, а також штами *Rhizoctonia cerealis* ОНУ F-30, *Alternaria tenuissima* ОНУ F-24 – з колекції кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології Одеського національного університету імені І.І. Мечникова. Представники вибраних видів грибів можуть спричиняти захворювання рослин у природних умовах, а також є частими контамінантами культур рослин *in vitro* [25, 19, 35]. Гриби вирощували на картопляно-глюкозному агарі (КГА) у термостаті за температури 28 °С.

Визначення антагоністичної активності актинобактерій до фітопатогенних грибів. Антагоністичну активність ізолятів актинобактерій до міцеліальних грибів визначали методом агарових блоків, культивуючи бактерії на трьох варіантах середовищ. Бактерії вирощували суцільним газоном на середовищах Гаузе 1, Гаузе 2 та вівсяному агарі за температури 28 °С впродовж 7–10 діб. Після чого вирізаний з агарової пластинки блок з бактеріями поміщали в чашку Петрі на середовище КГА, щойно засіяне спорами гриба. Для отримання посівного матеріалу гриби *A. niger* УКМ F-16706, *P. expansum* УКМ F-575 та *F. oxysporum* УКМ F-54201 культивували впродовж 2 діб до стадії спороношення, *P. variotii* УКМ F-424, *C. cladosporioides* УКМ F-2235, *R. cerealis* ОНУ F-30 – 3 доби, а *A. alternata* УКМ F-16866 та *A. tenuissima* ОНУ F-24 – 5 діб. Суспензії спор грибів готували у стерильному фізіологічному розчині та засівали на середовище КГА, як описано [32]. Після нанесення блоків гриби культивували у термостаті впродовж 5 діб при 28 °С та вимірювали діаметр зони затримки росту.

Адаптація мікроклонованих рослин до умов ex vitro. Згідно із результатами попередніх скринінгових досліджень, було відібрано 5 ізолятів (Conc11, Myt7ch, Conc4, Conc32 та Lim4) міцеліальних актинобактерій, якими інокулювали мікроклоновані рослини під час адаптації до умов *ex vitro*. Актино-



бактерії вирощували в рідкому середовищі Беннета протягом 7 діб [12] в інкубаторі-шейкері при 30 °С та 180 об/хв, після чого центрифугували 30 хв при 10000 g, відмивали двічі у стерильній воді та готували суспензії біомаси концентрацією 10^7 КУО/мл, які використовували для інокуляції.

Адаптацію проводили у два етапи. Переадаптаційний етап мікроклонів проводили в умовах стерильного культурального боксу і він становив 5 діб, під час яких відкривали отвори у кришках ємностей з мікроклонами для встановлення газообміну із атмосферою (у перші три дні діаметр отвору складав 0,5 см, у наступні два дні – 1 см). Це сприяло налагодженню процесів транспірації у більш сухому повітрі порівняно до високої вологості в культурі *in vitro* [15]. Після 5 діб, рослини обережно виймали з середовища, а його залишки відмивали стерильною водою. Мікроклони розподіляли на 6 груп по 20 рослин у кожній. Корені мікроклонів інокулювали актинобактеріями, шляхом занурення їх на годину у суспензію мікроорганізмів. Корені рослин контрольної групи експонували годину у дистильованій воді. Потім рослини висаджували у простерилізований гарячим паром ґрунт «Універсальний» з додаванням агроперліту і культивували в умовах адаптаційного боксу за температури 22–24 °С, інтенсивності освітлення 2500 лк, відносній вологості 56–70% та фотоперіоді 16 год -день, 8 год – ніч.

Полив здійснювали стерильною водою з водогону 2 рази на тиждень впродовж перших двох тижнів, а потім – не стерильною водогінною водою. Спостереження після висадки проводили протягом 30 діб. На 7-му, 14-ту та 30-ту добу культивування вимірювали показники росту та розвитку досліджуваних рослин: приживлюваність, середню висоту надземної частини, середню кількість вузлів та площу листа.

Показник приживлюваності оцінювали у відсотках як долю життєздатних рослин від усіх висаджених у експериментальній групі. Середню висоту надземної частини та кількість вузлів вимірювали вручну. Для визначення середньої площі листа використовували програму ImageJ, як описано Cosmolescu та ін. [9].

Статистичне опрацювання результатів. Експерименти проведено у трьох повторях, дані представлено як середні значення плюс-мінус стандартні відхилення. Рослинний матеріал розподіляли шляхом випадкового відбору. Статистичне опрацювання результатів виконували шляхом дисперсійного аналізу з проведенням багатодіапазонного тесту Дункана (DMRT) у програмному забезпеченні IBM SPSS Statistics Grad Pack 29.0. Виявлену різницю середніх значень дослідних груп між собою вважали достовірною при $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Антагоністична активність до фітопатогенних грибів. Для відбору антагоністично активних ізолятів актинобактерій було вивчено ступінь антагоністичної активності їх проти міцеліальних грибів, які в першу чергу призводять до загибелі мікроклонів у процесі адаптації до умов відкритого ґрунту. У результаті проведених експериментів встановлено, що досліджувані ізоляти актинобактерій виявили антагоністичні властивості до усіх тест-штамів міцеліальних грибів (рис. 1).



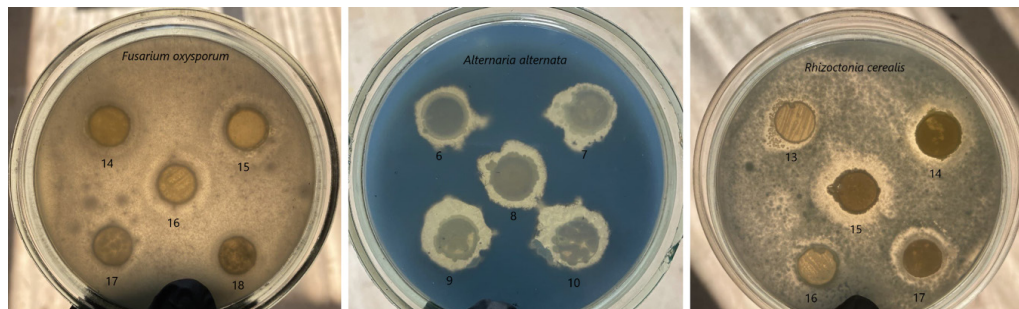


Рис. 1. Антагоністична активність ізолятів морських актинобактерій

Fig. 1. Antagonistic activity of the marine actinobacteria isolates

Активність різних ізолятів актинобактерій відрізнялася залежно від середовища, на якому вирощували актинобактерії (табл. 1 і табл. 2).

На усіх трьох випробуваних середовищах антагонізм до *A. tenuissima* показали ізоляти Conc2, Conc11, Myt4b, Conc 10, Conc 1, на двох середовищах – Conc18, Myt7ch, Conc4, Conc32, Conc42, Sea2, на одному – Myt7b, Myt8, Conc24, Lim4, Ku8, Conc9. Актинобактерії інших ізолятів не виявили антагоністичної активності проти даного гриба на жодному із середовищ.

Антагоністичні властивості до *R. cerealis* на Гаузе 1, Гаузе 2 та вівсяному агарі продемонстрували ізоляти Conc11, Myt7ch, Conc32, Lim4, Lim6.1, Conc10, на двох середовищах – Conc2, Conc42, Myt8, Conc24, Conc9, на одному Conc5, Conc18, Myt7b, Myt5, Myt4b, Conc4, Conc8. Інші ізоляти не показали антагонізму.

До *F. oxysporum* антагоністичну активність на усіх дослідних середовищах виявили актинобактерії Conc32 та Myt8, на двох – Conc2, Conc11, Myt5, Myt4b, Myt7ch, Conc4, Conc24, Lim4, Conc10, на одному – Conc5, Conc42, Lim6.1, Conc1, Conc9. Інші ізоляти не показали активності.

Антагоністичні властивості до *C. cladosporioides* на трьох середовищах мали ізоляти Conc18, Myt7b, Myt5, Myt7ch, Conc4, Conc32, Conc24, Lim 4, на двох – Conc11, Myt4b, на одному – Conc2, Conc42, Myt8. Антагонізму до *C. cladosporioides* у інших актинобактерій не виявлено.

Антагоністичну активність до *P. variotii* на середовищах Гаузе 1, Гаузе 2 та вівсяному агарі виявили актинобактерії Conc2, Conc11, Conc5, Conc18, Myt7b, Myt5, Conc4, Conc32, Conc24, Lim4, Conc10, Conc9. На двох із випробуваних живильних середовищ антагонізм було відмічено у ізолятів Myt4b, Myt7ch, Sea2. На одному – Conc42, Myt8, Conc 1. Інші ізоляти не демонстрували активність.

До *P. expansum* антагоністичні властивості були виявлені у актинобактерій Conc2, Myt7ch, Conc4, Conc42, Lim4 на усіх середовищах в експериментах, Conc11, Myt5, Myt4b, Myt8, Conc24 – на двох середовищах із трьох, та у Conc10 – тільки на одному середовищі.

Антагонізм до *A. alternata* показали ізоляти Conc4, Conc32, Conc42, Conc24, Lim4 на усіх випробуваних середовищах, на двох середовищах – Conc2, Conc11, Conc18, Myt7b, Myt5, Myt4b, Myt7ch, а на одному – Myt8, Conc10, Conc1. Антагонізму у інших актинобактерій до цього гриба не виявлено.



Таблиця 1

Антагоністична активність ізолятів актинобактерій проти міцеліальних грибів
A. tenuissima, *R. cerealis*, *F. oxysporum* та *C. cladosporioides*

Table 1

Antagonistic activity of actinobacteria isolates against mycelial fungi
A. tenuissima, *R. cerealis*, *F. oxysporum*, and *C. cladosporioides*

Ізолят	<i>A. tenuissima</i>			<i>R. cerealis</i>			<i>F. oxysporum</i>			<i>C. cladosporioides</i>		
	BA*	Г1	Г2	BA	Г1	Г2	BA	Г1	Г2	BA	Г1	Г2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Conc2	14,0 ± 0,0	13,7 ± 0,6	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	16,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	13,3 ± 0,6	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	26,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0
Conc17	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Conc11	15,3 ± 1,2	14,0 ± 0,0	16,0 ± 2,0	16,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	14,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	20,0 ± 2,0	18,7 ± 1,2
Conc5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Conc18	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	16,0 ± 0,0	21,3 ± 3,1	17,3 ± 1,2
Mut7b	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	14,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2
Mut5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	16,7 ± 3,1	17,3 ± 1,2
Mut4b	16,7 ± 1,2	16,7 ± 1,2	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	16,0 ± 0,0
Mut7ch	17,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	18,7 ± 1,2	18,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	18,7 ± 1,2	17,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	19,3 ± 1,2	20,0 ± 0,0
Conc4	13,7 ± 0,6	0,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	18,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	19,3 ± 1,2	20,7 ± 1,2	21,3 ± 1,2	22,7 ± 1,2
Conc32	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	17,3 ± 1,2	14,0 ± 0,0	18,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	14,0 ± 0,0	16,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	18,7 ± 1,2	22,7 ± 1,2
Conc42	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	16,0 ± 2,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0



Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Myt8	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	16,0 ± 0,0	16,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	17,3 ± 1,2	15,3 ± 1,2	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Cone24	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	14,7 ± 1,2	16,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	18,0 ± 0,0	21,3 ± 1,2	17,3 ± 1,2	14,7 ± 1,2
Lim4	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	13,7 ± 0,6	16,0 ± 0,0	13,7 ± 0,6	20,7 ± 2,3	24,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	20,0 ± 3,5	24,0 ± 0,0	20,7 ± 2,3
Lim6.1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	20,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Cone10	14,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	14,7 ± 1,2	14,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	18,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Cone1	14,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	17,3 ± 2,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Cone8	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Ku7	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Ku8	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Sea2	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Cone9	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	16,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Примітка – * ВА – вівсяний агар, Г1 – середовище Гаузе 1, Г2 – середовище Гаузе 2; показано середні діаметри (у мм) зон загримки росту грибів ± стандартні відхилення.

Note – * BA – oat agar medium, Г1 – Gauze 1 medium, Г2 – Gauze 2 medium; the average diameters (in mm) of growth inhibition zones were shown ± standard deviations.

Таблиця 2

Антагоністична активність ізолятів актинобактерій проти міцеліальних грибів
P. variotii, *P. expansum*, *A. alternata* та *A. niger*

Table 2

Antagonistic activity of actinobacteria isolates against mycelial fungi
P. variotii, *P. expansum*, *A. alternata*, and *A. niger*

Ізолят	<i>P. variotii</i>			<i>P. expansum</i>			<i>A. alternata</i>			<i>A. niger</i>		
	ВА*	Г1	Г2	ВА	Г1	Г2	ВА	Г1	Г2	ВА	Г1	Г2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Conc2	18,7 ± 1,2	27,3 ± 1,2	21,1 ± 2,3	14,0 ± 0,0	14,3 ± 0,6	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	19,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2
Conc17	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	15,7 ± 0,6	0,0 ± 0,0
Conc11	17,3 ± 1,2	21,3 ± 1,2	23,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	18,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0
Conc5	17,3 ± 1,2	19,3 ± 1,2	21,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	18,7 ± 1,2
Conc18	16,7 ± 1,2	25,3 ± 1,2	23,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	21,3 ± 2,3	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Мут7b	20,7 ± 1,2	24,7 ± 1,2	29,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	18,7 ± 3,1	0,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0
Мут5	18,7 ± 1,2	19,3 ± 1,2	30,7 ± 1,2	16,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	18,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	19,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2
Мут4b	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	18,7 ± 1,2	14,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	17,3 ± 2,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Мут7ch	0,0 ± 0,0	26,7 ± 1,2	29,3 ± 1,2	14,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	17,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	18,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	20,0 ± 0,0
Conc4	22,0 ± 0,0	26,0 ± 2,0	31,3 ± 1,2	16,0 ± 0,0	17,3 ± 1,2	17,3 ± 1,2	20,0 ± 0,0	18,7 ± 1,2	25,3 ± 3,1	15,3 ± 1,2	15,3 ± 1,2	18,7 ± 1,2
Conc32	22,7 ± 1,2	34,7 ± 1,2	32,7 ± 1,2	16,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	17,3 ± 1,2	21,3 ± 2,3	24,7 ± 1,2	14,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	20,0 ± 0,0
Conc42	14,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	16,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	19,3 ± 2,3	15,3 ± 1,2	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	16,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0



Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Myt8	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	17,3 ± 2,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Cone24	17,3 ± 1,2	28,0 ± 0,0	26,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	17,3 ± 2,3	18,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Lim4	20,0 ± 0,0	30,7 ± 2,3	34,7 ± 1,2	15,3 ± 1,2	14,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	18,0 ± 0,0	20,7 ± 1,2	22,7 ± 1,2	16,7 ± 1,2	15,3 ± 1,2	15,3 ± 1,2
Lim6.1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Cone10	20,7 ± 1,2	31,3 ± 3,1	29,3 ± 3,1	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	16,7 ± 2,3	0,0 ± 0,0	18,0 ± 0,0	24,7 ± 2,3	19,3 ± 3,1
Cone1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	23,3 ± 2,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Cone8	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Ku7	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	16,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0
Ku8	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,7 ± 1,2	0,0 ± 0,0
Sea2	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	15,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Cone9	21,3 ± 1,2	18,7 ± 3,1	27,3 ± 1,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	19,3 ± 1,2	22,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Примітка – * BA – вівсяний агар, Г1 – середовище Гаузе 1, Г2 – середовище Гаузе 2; показано середні діаметри (у мм) зон загримки росту грибів ± стандартні відхилення.

Note – * BA – oat agar medium, Г1 – Gauze 1 medium, Г2 – Gauze 2 medium; the average diameters (in mm) of growth inhibition zones were shown ± standard deviations.

Антагоністичну активність до *A. niger* виявили актинобактерії Conс4, Conс32, Lim4, Conс10 на трьох середовищах, а Conс2, Myt7ch, Conс9 – на двох. Ізоляти Conс17, Conс11, Conс5, Myt7b, Myt5, Conс42, Ku7, Ku8 показали антагонізм на одному середовищі. Актинобактерії інших ізолятів не виявили антагоністичних властивостей проти даного гриба на жодному із середовищ.

Таким чином, найкращими антагоністами у рамках нашого експерименту були ізоляти Conс32, Conс10, Myt7ch, Conс4 та Lim4, що виявили здатність до антагонізму на максимальному різноманітті дослідних живильних середовищ та найбільші діаметри зон затримки росту міцеліальних грибів

В результаті, бактерії Conс32, Conс4, Myt7ch, Lim4 були відібрані для визначення їх дії на мікроклоновані рослини під час адаптації до умов *ex vitro*. Також, серед актинобактерій, що показали потенціал як стимулятори росту рослин в попередніх дослідженнях було обрано ізолят Conс11 для подальших експериментів.

Адаптація мікроклонів Ожини звичайної до умов ex vitro за інокуляції актинобактеріями. На етапі адаптації мікроклонованих рослин до нестерильних умов середовища відібрані ізоляти при інокуляції показали позитивний вплив на морфометричні показники саджанців, а також на рівень їх приживлюваності у ґрунті порівняно з контролем.

Приживлюваність. Результати обчислень приживлюваності показали, що, в середньому, для Ожини звичайної на 30-ту добу найбільшу кількість життєздатних рослин спостерігали у групі, в якій мікроклони інокулювали бактеріями Lim4 – $85,0 \pm 1,7\%$, що дозволило підвищити приживлюваність на 34,8% порівняно з контролем. У групі мікроклонів, що експонували з Conс11, Myt7ch, Conс4, Conс32, приживлюваність збільшилася на 3,7%, 19,2%, 20,9%, 27,0% відповідно на останню добу спостережень (табл. 3).

Під час досліджень також відмічали різницю впливу на рослини різних ізолятів. При адаптації мікроклонів виявлено, що на 7-му добу спостережень бактерії Conс11 та Myt7ch впливали однаково, як і ізоляти Conс4, Conс32. На 14-ту добу – тільки Conс32 та Conс4 мали однаковий рівень впливу, а на 30-ту добу – актинобактерії Myt7ch та Conс4. Протягом усіх днів спостережень за приживлюваністю мікроклонів ожини ефект від інокуляції з Lim4 був кращим не тільки за контроль, але і за всі інші ізоляти в експерименті.

Таким чином, дослідні актинобактерії за інокуляції підвищили приживлюваність мікроклонів Ожини звичайної порівняно з контролем.

Середня висота надземної частини рослин. Встановлено, що досліджувані ізоляти актинобактерій впливали на ростові процеси у мікроклонів. На рис. 2 відображено динаміку збільшення середньої висоти рослин ожини від дня висадки у ґрунт до 30-ї доби адаптації.

Висота рослин ожини закономірно зростала у часі, але найбільші значення показали мікроклони, інфіковані бактеріями Myt7ch – їх висота була, в середньому, на 2,0 см більша за таку у контрольних рослин на 30-ту добу.

Вже з 7-ї і до останньої доби спостережень бактерії Myt7ch демонстрували відмінність у впливі на середню висоту рослин як від контролю, так і від інших актинобактерій. Також високі показники середньої висоти реєстрували у рослин, інокульованих бактеріями Conс32. Інші ізоляти також показали



Таблиця 3

Приживлюваність мікроклонованих рослин Ожини звичайної у ґрунті після інокуляції актинобактеріями

Table 3

The survival rate of *Rubus fruticosus* microclones in the soil after the inoculation with actinobacteria

Час культивування, доба	Ізолят	Приживлюваність, %
7	Conc11	86,7 ± 1,7 ^b
	Myt7ch	86,1 ± 1,9 ^b
	Conc4	91,7 ± 1,7 ^c
	Conc32	92,8 ± 1,0 ^c
	Lim4	100,0 ± 0,0 ^d
	контроль	81,1 ± 1,0 ^a
14	Conc11	79,4 ± 1,9 ^b
	Myt7ch	84,4 ± 2,5 ^c
	Conc4	88,33 ± 1,7 ^d
	Conc32	77,2 ± 1,7 ^d
	Lim4	96,7 ± 1,7 ^e
	контроль	71,7 ± 1,7 ^a
30	Conc11	53,9 ± 2,5 ^b
	Myt7ch	69,4 ± 1,0 ^c
	Conc4	71,1 ± 1,0 ^c
	Conc32	77,2 ± 1,0 ^d
	Lim4	85,0 ± 1,7 ^e
	контроль	50,2 ± 2,0 ^a

Примітка – * дані, позначені спільною літерою, статистично не відрізняються між собою згідно DMRT при $p < 0,05$.

Note – * means followed by a common letter are not significantly different by the DMRT at $p < 0.05$.

вплив, але значно менший. Conc11 виявив певний вплив на 14-ту добу адаптації, але вже на 30-ту висота цих рослин зрівнялася з контролем.

Середня кількість вузлів у рослин. На рис. 3 показано середню кількість вузлів у рослин ожини з дня висадки до 30-ї доби спостережень.

З одержаних результатів видно, що кількість вузлів співвідносилася з висотою рослин, і також планомірно зростала у часі. Різниця інокульованих рослин та контролю також ставала більшою протягом 30 днів спостереження. Врешті, на останню добу експерименту відмічали вплив усіх дослідних ізоля-



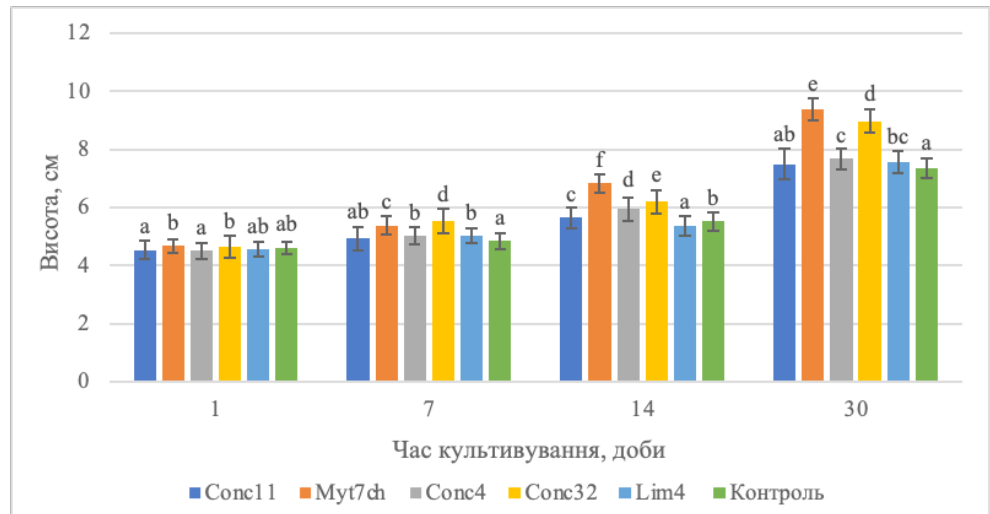


Рис. 2. Середня висота надземної частини рослин Ожини звичайної за інокуляції актинобактеріями
(дані, позначені спільною літерою, статистично не відрізняються між собою згідно із DMRT при $p < 0,05$)

Fig. 2. The average length of the *Rubus fruticosus* microclones after inoculation with actinobacteria
(means followed by a common letter are not significantly different by the DMRT at $p < 0.05$)

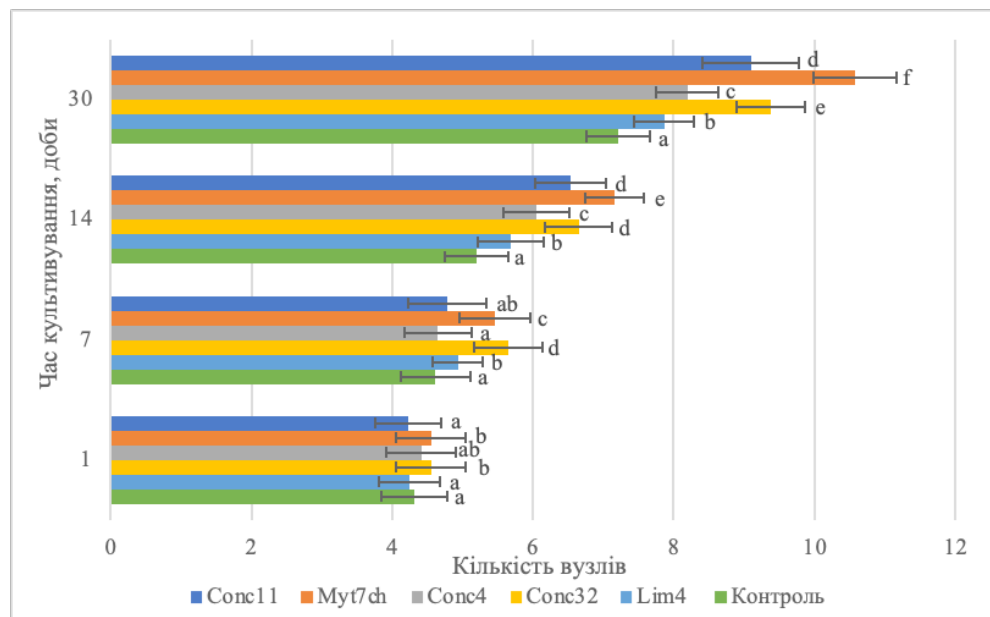


Рис. 3. Середня кількість вузлів у рослин Ожини звичайної за інокуляції актинобактеріями
(дані, позначені спільною літерою, статистично не відрізняються між собою згідно із багатодіапазонним тестом Дункана при $p < 0,05$)

Fig. 3. The average node number of the *Rubus fruticosus* microclones after inoculation with actinobacteria
(means followed by a common letter are not significantly different by the DMRT at $p < 0.05$)



тів на середню кількість вузлів у ожини, що відрізнялися за ступенем впливу не лише від контролю, але і між собою. Найбільшу кількість вузлів пагону на цей період мали мікроклони, інокульовані *Mut7ch* – $10,6 \pm 0,6$ вузлів.

Середня площа листа. Різниця між експериментальними та контрольними рослинами була помітна також і за середнім розміром листа ожини (рис. 4).

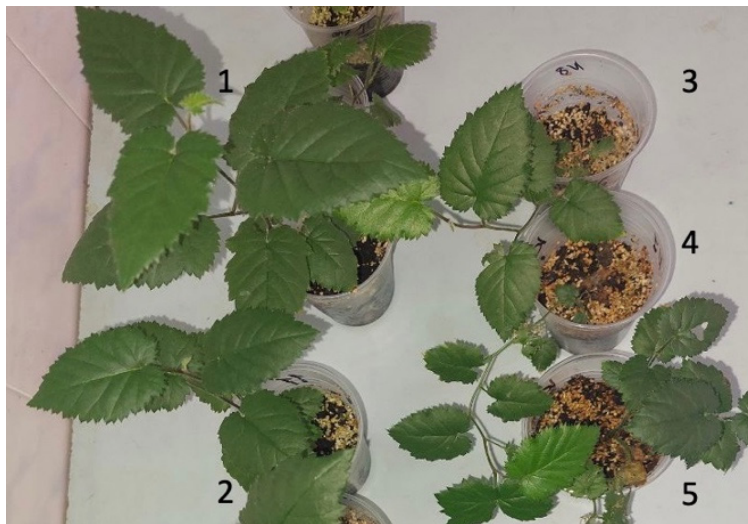


Рис. 4. Мікроклони Ожини звичайної на 30-ту добу адаптації за інокуляції ізолятом *Conc4*: 1–2 – інокульовані рослини; 3–5 – контрольні рослини

Fig. 4. *Rubus fruticosus* microclones on the 30th day of acclimatization after the inoculation with the *Conc4* isolate: 1–2 – inoculated plants; 3–5 – control plants

Заміри середньої площі листа у рослин Ожини звичайної протягом адаптаційного експерименту показали певні відмінності від контролю. При цьому, більшість дослідних актинобактерій на останню добу спостережень демонстрували позитивний вплив (рис. 5).

На 7-му добу адаптації статистично достовірну різницю з контролем у середній площі листа ожини спостерігали у груп мікроклонів, адаптованих за інокуляції *Lim4*, *Mut7ch*, *Conc32*. Для ізоляту *Conc11* було відмічено невелику затримку розвитку листкової поверхні, що відображено у показнику середньої площі листа ожини.

На 14-ту добу, усі дослідні групи демонстрували відмінність від контролю та між собою за значеннями площі листа. На останню добу спостережень, для рослин, інокульованих *Conc11*, середній показник залишався меншим за контроль. Площа листа у мікроклонів, експонованих з *Mut7ch*, зрівнялася з контрольними значеннями. Для *Conc32* та *Lim4* вона була на одному рівні та більшою за контроль, а найбільшу площу листа показали рослини ожини, інокульовані *Conc4* – $2,6 \pm 0,1$ см².

Отже, актинобактерії дослідних ізолятів при інокуляції мікроклонів Ожини звичайної позитивно впливали на показники приживлюваності рослин у ґрунті, середньої висоти пагону, кількості вузлів та площі листа у по-

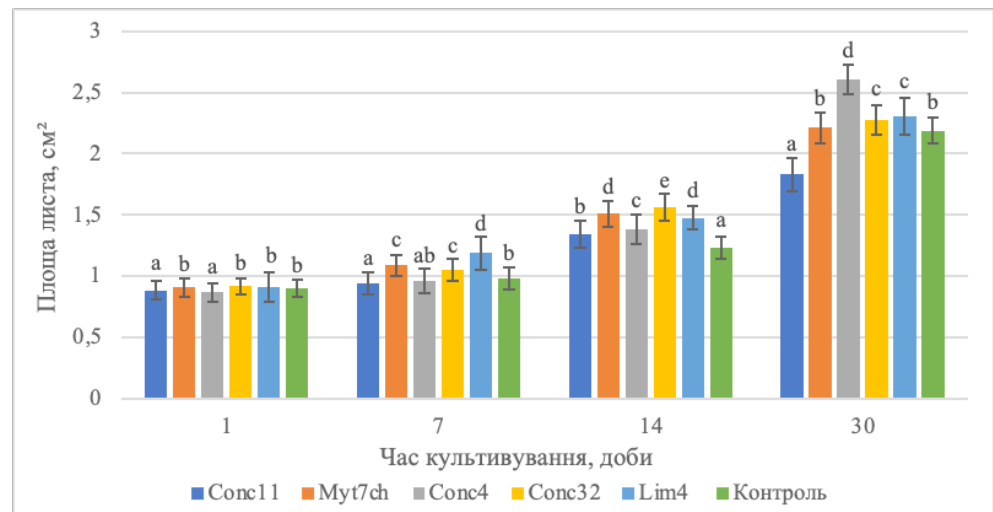


Рис. 5. Середня площа листа у рослин Ожини звичайної за інокуляції актинобактеріями

(дані, позначені спільною літерою, статистично не відрізняються між собою згідно із багатодіапазонним тестом Дункана при $p < 0,05$)

Fig. 5. The average leaf area of the *Rubus fruticosus* microclones after inoculation with actinobacteria

(means followed by a common letter are not significantly different by the DMRT at $p < 0.05$)

рівнянні з контролем. Але особливості впливу на різні показники у бактерій відрізнялися.

Так, наприклад, актинобактерії ізоляту Conc11 показали невелике підвищення приживлюваності (на 2,7%) та кількості вузлів (на 1,9 вузли), але не вплинули на висоту мікроклонів і продемонстрували зниження показника середньої площі листа адаптованих рослин на 0,3 см² на 30-ту добу адаптації в порівнянні з контролем.

Використання бактерій ізоляту Myt7ch сприяло покращенню приживлюваності адаптованих мікроклонів, що зросла на 19,2%. У цьому варіанті було найбільше серед усіх у досліді збільшення висоти та кількості вузлів мікроклонів ожини – на 2,0 см та 3,4 вузли, відповідно, хоча площа листа на останній день спостережень не відрізнялася від контролю.

Інокуляція актинобактеріями Conc32 покращила приживлюваність мікроклонів на 27,0%, висоту пагону – на 1,6 см, кількість вузлів – на 2,2 вузли, та площу листа – на 0,1 см².

У свою чергу, рослини, інокульовані бактеріями ізоляту Conc4, показали підвищення приживлюваності на 20,9%, висоти пагонів – на 0,3 см, кількості вузлів – на 1,0 вузла, а також найбільшу середню площу листа в експерименті – на 0,4 см² перевищує контроль.

Інокуляція актинобактеріями Lim4 забезпечила найвищий рівень приживлюваності мікроклонів (на 34,8% вище за контроль), але мінімально вплинула на інші показники: висота підвищилась на 0,2 см у порівнянні з контролем, кількість вузлів – на 0,7 вузли, а площа листа – на 0,1 см².



З огляду та аналізу отриманих результатів, оптимальними для інокуляції мікроклонів ожини є актинобактерії ізолятів Lim4, Myt7ch, Conc32, Conc4. Перспективною є ідея створення консорціуму із цих бактерій для досягнення максимального позитивного ефекту на приживлюваність у ґрунті та біометричні показники мікроклонуваних саджанців ожини.

Отже, у даному дослідженні було встановлено потенційну можливість використання ізолятів морських актинобактерій як агентів, що сприяють адаптації, та стимуляторів росту рослин. Показано антагоністичну активність досліджуваних бактерій до міцеліальних грибів: *A. niger*, *F. oxysporum*, *C. cladosporioides*, *A. alternata*, *A. tenuissima*, *R. cerealis*, *P. variotii* та *P. expansum*. Дані результати співвідносяться з іншими роботами по виявленню антагоністичних властивостей актинобактерій проти фітопатогенних грибів [23, 3, 6, 4]. У тому числі, вже відомі також і експерименти зі встановлення антагоністичної активності саме морських актинобактерій проти фітопатогенів, де дослідні мікроорганізми показали високий рівень антагонізму проти *Penicillium digitatum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus stolonifer* та *Fusarium solani* [33].

Також, інші дослідники відмічали, що актинобактерії здатні захищати рослини не тільки шляхом прямого пригнічення фітопатогенів, але і через стимуляцію Індукованої системної резистентності, тобто активацію власних захисних механізмів у рослин [10]. Дані особливості збільшують потенціал використання актинобактерій як агентів біоконтролю у ґрунті.

Окрім того, у цьому дослідженні показано, що актинобактерії дослідних ізолятів Lim4, Myt7ch, Conc32, Conc4 мали ріст-стимулювальні властивості для мікроклонів рослин Ожини звичайної при адаптації з умов *in vitro* до умов відкритого ґрунту. Виявлено, що за інокуляції коренів зростали середні показники приживлюваності, висоти пагонів, кількості вузлів, площі листа у адаптованих саджанців протягом 30 діб спостережень порівняно з контролем. У подібних експериментах із мікроклонами Маніоку їстівного (*Manihot esculenta* Crantz), інокуляція рослин на етапі адаптації сумішшю із мікоризних грибів та стрептоміцетів позитивно впливала на азотне живлення рослин, та дозволила знизити використання мінеральних добрив для вирощування – проте, впливу на біометричні показники виявлено не було [20]. А в експериментах *in vivo* із пророщування насіння пшениці та кукурудзи, інокульованих актинобактеріями у концентраціях 10^7 – 10^8 КУО/мл, інокульовані паростки обох видів рослин показали більшу довжину коренів, пагонів, більші свіжу та суху вагу [17]. Схожий ефект спостерігали Retnowati та ін. [29] за інокуляції проростків рослин рису актинобактеріями, виділеними із морських губок – це призводило до підвищення біометричних показників на 9,9–13,9% порівняно з контролем.

Також варто відмітити, що один з ізолятів не проявив ефекту у досліді за адаптації мікроклонуваних рослин у ґрунті. Бактерії цього ізоляту показали невелике пригнічення росту середньої площі листа адаптованих мікроклонів під час спостережень. Дані результати потребують подальших досліджень, але подібні ефекти вже відомі для деяких бактерій, що за певних умов можуть стимулювати ріст рослин, а за інших – пригнічувати його [24]. Механізми



впливу при цьому дуже різноманітні: синтез летких фітотоксичних речовин, надлишкова продукція фітогормонів, пригнічення формування мікоризи, конкуренція за поживні речовини із рослиною і т.д. Також, важливий у цьому випадку і видовий чинник – саме для мікроклонів ожини, можливо, актинобактерії ізоляту Conc11 могли виявити пригнічувальний ефект.

Таким чином, різні дослідження демонструють, що діапазон впливу актинобактерій на рослини є широким, та здебільшого залежить як від умов культивування, особливостей конкретних бактерій-інокулянтів, так і від самої рослини.

Наші результати доповнюють і розширюють досвід використання актинобактерій, виділених із «екстремальних» екологічних ніш, для стимуляції росту та захисту рослин. З відомих на сьогодні наукових робіт у цьому напрямі можна виділити дослідження Retnowati та ін. [28], де було встановлено, що асоційованим із морськими губками актинобактеріям властиві широкий спектр корисних для рослин властивостей: синтез фітогормонів, здатність до солюбілізації фосфатів, фіксації азоту, пригнічення росту певних фітопатогенів. А у експериментах Rangseekeaw et al. [27], глибоководні морські бактерії позитивно впливали на ріст саджанців томатів та пом'якшували стрес у рослин за вирощування в умовах підвищеної солоності ґрунту.

Загалом, у нашій роботі показано вплив виділених із морського середовища актинобактерій на мікроклони ожини на етапі адаптації до умов *ex vitro*. Було виявлено 4 перспективні ізоляти Lim4, Myt7ch, Conc32, Conc4, що будуть у подальшому досліджуватися детальніше для встановлення конкретних механізмів взаємодії цих бактерій та рослин.

Таким чином, для актинобактерій 23 дослідних ізолятів актинобактерій визначено наявність антагоністичної активності проти фітопатогенних грибів *A. alternata*, *A. tenuissima*, *C. cladosporioides*, *A. niger*, *F. oxysporum*, *R. cerealis*, *P. expansum* та *P. variotii*.

Інокуляція ізолятами актинобактерій Lim4, Myt7ch, Conc32, Conc4 виявилася ефективною для успішної адаптації мікроклонів Ожини звичайної. Встановлено позитивний вплив визначених ізолятів на мікроклоновані рослини *Rubus fruticosus L.* у процесі адаптації до умов *ex vitro*: підвищення приживлюваності мікроклонів у ґрунті на 19,2–34,8%, середньої висоти рослин на 0,3–2,0 см, кількості вузлів – на 1,0–3,4 вузли, площі листа – на 0,1–0,4 см² на 30-ту добу постасептичної адаптації.

Враховуючи результати експериментів та аналізу різноманіття можливих механізмів впливу на рослинні тканини, встановлено, що ізоляти Lim4, Myt7ch, Conc32, Conc4 можуть бути рекомендовані для подальших досліджень та є перспективними для інокуляції мікроклонованих рослин ожини на етапі адаптації до умов *ex vitro*.



N. Tytarenko, N. Tesliuk, V. Ivanytsia

Odesa National I.I. Mechnykov University,
2, Dvorianska str., Odesa, 65082, Ukraine,
e-mail: tatti383@gmail.com

IMPACT OF ACTINOBACTERIA ON THE GROWTH AND ACCLIMATIZATION OF MICROPROPAGATED *RUBUS FRUTICOSUS* L. PLANTS TO *EX VITRO* CONDITIONS

Summary

Microcloning is an effective method of plant reproduction that is actively developing in Ukraine for the mass propagation of valuable food crops such as blackberries. However, the problem of losing a large number of microclones often arises during the ex vitro acclimatization stage. Inoculation of the rhizosphere with potentially useful microorganisms could have a positive impact on the survival rate and biometric characteristics of acclimatized seedlings. The aim of this study was to establish the impact of 23 actinobacteria isolates on blackberry microclones (Rubus fruticosus L.) during acclimatization to ex vitro conditions, and to determine the protective potential and plant growth-promoting effects of these bacteria.

Methods. The antagonistic properties of the experimental microorganisms were determined using the agar block method. Bacteria were inoculated into the rhizosphere of blackberry microclones before planting in the soil. **Results.** The antagonistic activity of actinobacteria against phytopathogenic fungi *P. expansum*, *P. variotii*, *A. niger*, *C. cladosporioides*, *F. oxysporum*, *A. alternata*, *R. cerealis*, and *A. tenuissima* was established. The positive effect of bacteria on micropropagated blackberry plants during acclimatization to ex vitro conditions resulted in an increase in the survival rate of microclones in the soil by 34.8%, average height of experimental plants by 2.0 cm, node number by 3.4 nodes, and leaf area by 0.4 cm². **Conclusion.** It was established that isolates of mycelial actinobacteria *Lim4*, *Myt7ch*, *Conc32*, *Conc4* were promising inoculants for ex vitro acclimatization of micropropagated plants and could be recommended for the subsequent research in order to establish the interaction mechanisms between these microorganisms and plants.

Key words: *Rubus fruticosus*, clonal micropropagation, ex vitro acclimatization, marine actinobacteria, antagonistic properties

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коротаєва Н.В., Страшнова І.В., Васильєва Н.Ю., Потапенко К.С., Метеліцина І.П., Філіпова Т.О., Іваниця В.О. Характеристика актинобактерій, ізольованих із *Mytilus galloprovincialis* Одеської затоки Чорного моря // Мікробіологія і біотехнологія. – 2021. – № 3(53). – С. 84–98.
2. Титаренко Н.В., Теслюк Н.І., Іваниця В.О. Перспективи використання бактерій у культурі клітин та тканин рослин // Мікробіологія та біотехнологія. – 2020. – № 3. – С. 6–31.
3. Aallam Y., Maliki B.E., Dhiba D., Lemriss S., Souiri A., Haddioui A., Tarkka M., Hamdali H. Multiple Potential Plant Growth Promotion Activities of Endemic *Streptomyces* spp. from Moroccan Sugar Beet Fields with Their In-



- hibitory Activities against *Fusarium spp.* // Microorganisms. – 2021. – № 9. – Art. 1429.
4. *Alblooshi A.A., Purayil G.P., Saeed E.E., Ramadan G.A., Tariq S., Altaee A.S., El-Tarabily K.A., AbuQamar S.F.* Biocontrol Potential of Endophytic Actinobacteria against *Fusarium solani*, the Causal Agent of Sudden Decline Syndrome on Date Palm in the UAE. // J.Fungi. – 2023. – № 8. – Art. 8.
 5. *Baghdady G.* In Vitro Propagation of Blackberries (*Rubus sp.*) Prime-Ark 45 Cultivar // Annals of Agricultural Science, Moshtohor. – 2021. – 59, № 5. – P. 287–294.
 6. *Borah A., Hazarika S.N., Thakur D.* Potentiality of actinobacteria to combat against biotic and abiotic stresses in tea (*Camellia sinensis* (L) O. Kuntze) // J. Appl. Microbiol. – 2022. – 133, № 4. – P. 2314–2330.
 7. *Caldwell J.D.* Blackberry propagation // HortScience. – 1984. – № 2. – P. 193–195.
 8. *Cesa-Luna C., Baez A., Quintero-Hernandez V., De la Cruz-Enriquez J., Castaneda-Antonio M.D., Munoz-Rojas J.* The importance of antimicrobial compounds produced by beneficial bacteria on the biocontrol of phytopathogens // Acta biol. Colomb. – 2022. – 25, № 1 – P. 140–154.
 9. *Cosmulescu S., Scrieciu F., Manda M.* Determination of leaf characteristics in different medlar genotypes using the ImageJ program // Hort. Sci. (Prague). – 2020. – № 47. – P. 117–121.
 10. *Ebrahimi-Zarandi M., Saberi Riseh R., Tarkka M.T.* Actinobacteria as Effective Biocontrol Agents against Plant Pathogens, an Overview on Their Role in Eliciting Plant Defense // Microorganisms. – 2022. – № 10 – Art. 1739.
 11. *El-Baky N.A., Abdel Rahman R.A., Sharaf M.M., Amara A.A.A.F.* The Development of a Phytopathogenic Fungi Control Trial: *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger* Infection in Jojoba Tissue Culture as a Model // Sci. World J. – 2021. – Art. 6639850.
 12. *Errakhi R., Bouteau F., Lebrihi A., Mustapha B.* Evidences of biological control capacities of *Streptomyces spp.* against *Sclerotium rolfsii* responsible for damping-off disease in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) // World J. Microbiol. Biotechnol. – 2007. – № 23. – P. 1503–1509.
 13. *Kaewkla O., Suriyachadkun C., Franco C.M.M.* *Micromonospora veneta* sp. nov., an endophytic actinobacterium with potential for nitrogen fixation and for bioremediation // Arch. Microbiol. – 2021. – № 203. – P. 2853–2861.
 14. *Kirina I.B., Belosokhov F.G., Titova L.V., Suraykina I.A., Pulpitow V.F.* Biochemical assessment of berry crops as a source of production of functional food products // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (IOP Publishing, August 2020). – 2020. – 548, № 8. – P. 082068.
 15. *Leite M.S., Furtado-Pinto T.E., Rabelo-Centofante A., Rubio-Neto A., Guimaraes-Silva F., Goncalves-Selari P.J.R., Martins P.F.* Acclimatization of *Pouteria gardeneriana* Radlk micropropagated plantlets: Role of *in vitro* rooting and plant growth-promoting bacteria // Curr. Plant Biol. – 2021. – № 27. – P. 121–138.
 16. *Li X., Zhao H., Chen X.* Screening of Marine Bioactive Antimicrobial Compounds for Plant Pathogens // Mar. Drugs. – 2021. – № 19. – Art. 69.



17. Liu D., Yan R., Fu Y., Wang X., Zhang J., Xiang W. Antifungal, Plant Growth-Promoting, and Genomic Properties of an Endophytic Actinobacterium *Streptomyces* sp. NEAU-S7GS2 // Front. Microbiol. – 2019. – № 10. – Art. 2077.
18. Liu X., Bolla K., Ashforth E.J., Zhuo Y., Gao H., Huang P., Stanley S.A., Hung D.T., Zhang L. Systematics-guided bioprospecting for bioactive microbial natural products // Antonie Leeuw. – 2012. – № 101. – P. 55–66.
19. Liu Z., Jiao R.L., Chen S.Y., Ren Y., Zhang L., Zhang D., Chen J.Y., Guoying L. First Report of Fruit Rot of Grapes (*Vitis vinifera*) Caused by *Cladosporium cladosporioides* in Xinjiang, China // Plant Dis. – 2022. – № 106. – Art. 315.
20. Lopes E., Silva A., Mergulhão A., Silva E., Santiago A., Figueiredo M. Co-Inoculation of growth promoting bacteria and glomus clarum in micropropagated cassava plants // Revista Caatinga. – 2019. – № 32. – P. 152–166.
21. Manigundan K., Radhakrishnan M., Kishore Kumar A., Jerrine J. Actinobacteria as a source of biofertilizer/biocontrol agents for bioorganic agriculture // Journal of Applied Microbiology. – 2022. – 134, № 2. – Art. lxac047.
22. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // Physiol Plant. – 1962. – V. 8, № 4. – P. 473–497.
23. Musa Z., Ma J., Egamberdieva D., Abdelshafy Mohamad O.A., Abaydulla G., Liu Y., Li W.J., Li L. Diversity and Antimicrobial Potential of Cultivable Endophytic Actinobacteria Associated With the Medicinal Plant *Thymus roseus* // Front. Microbiol. – 2020. – № 11. – Art. 191.
24. Nehl D.B., Allen S.J., Brown J.F. Deleterious rhizosphere bacteria: an integrating perspective // Applied Soil Ecology. – 1996. – 5, № 1. – P. 1–20.
25. Omamor I.B., Asemota A., Eke C.R., Eziashi E. Fungal contaminants of the oil palm tissue culture in Nigerian institute for oil palm research (NIFOR) // Afr. J. Agric. Res. – 2007. – № 2. – P. 534–537.
26. Palaniyandi S.A., Yang S.H., Zhang L., Suh J.W. Effects of actinobacteria on plant disease suppression and growth promotion // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2013. – № 97. – P. 9621–9636.
27. Rangseekaew P., Barros-Rodríguez A., Pathom-aree W., Manzanera M. Deep-Sea Actinobacteria Mitigate Salinity Stress in Tomato Seedlings and Their Biosafety Testing // Plants. – 2021. – № 10. – Art. 1687.
28. Retnowati D., Solihin D., Ghulamahdi M., Lestari Y. New information on the potency of sponge-associated actinobacteria as producer of plant growth-promoting bioactive compounds // Malaysian Applied Biology. – 2018. – № 47. – P. 127–135.
29. Retnowati D., Solihin D.D., Ghulamahdi M., Lestari Y. Characterization of sponge-associated actinobacteria with potential to promote plant growth on tidal swamp // Journal of Biological Research – Bollettino Della Società Italiana Di Biologia Sperimentale. – 2019. – 92, № 2. – Art. 8191.
30. Saravana Kumar P., Yuvaraj P., Gabriel Paulraj M., Ignacimuthu S., Abdullah Al-Dhabi N. Bio-prospecting of soil *Streptomyces* and its bioassay-guided isolation of microbial derived auxin with antifungal properties // Journal De Mycologie Medicale. – 2018. – 28, № 3. – P. 462–468.



31. Shekhawat M.S., Mehta S.R., Manokari M., Priyadharshini S., Badhepuri M.K., Jogam P., Dey A., Rajput B.S. Morpho-anatomical and physiological changes of Indian sandalwood (*Santalum album* L.) plantlets in *ex vitro* conditions to support successful acclimatization for plant mass production // Plant Cell Tiss. Organ. Cult. – 2021. – № 147. – P. 423–435.
32. Shobha G., Kumudini B.S. Antagonistic effect of the newly isolated PGPR *Bacillus spp.* on *Fusarium oxysporum* // Int. j. appl. sci. eng. res. – 2012. – 1, № 3. – P. 463–474.
33. Uba B., Okoye E., Anyaeji O., Ogbonnaya O. Antagonistic Potentials of Actinomycetes Isolated from Coastal Area of Niger Delta against *Citrus sinensis* (Sweet Orange) and *Lycopersicum esculentum* (Tomato) Fungal Pathogens // Research & Reviews: A Journal of Biotechnology. – 2019. – 9, № 1. – P. 4–15.
34. Vujovic T., Ruzic D., Cerovic R. Adventitious regeneration in blackberry (*Rubus fruticosus* L.) and assessment of genetic stability in regenerants // Plant Growth Regul. – 2010. – № 61. – P. 265–275.
35. Wang K., Ngea G.L.N., Godana E.A., Shi Y., Lanhuang B., Zhang X., Zhao L., Yang Q., Wang S., Zhang H. Recent advances in *Penicillium expansum* infection mechanisms and current methods in controlling *P. expansum* in postharvest apples // Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. – 2021. – № 20. – P. 1–14.
36. Zia-Ul-Haq M., R. De Feo M., Vincenzo Z.E., Hawa J., Marius M. *Rubus fruticosus* L.: Constituents, Biological Activities and Health Related Uses // Molecules. – 2014. – № 19. – P. 10998–11029.

REFERENCES

1. Korotaeva NV, Strashnova IV, Vasylieva NYu, Potapenko KS, Metelitsyna IP, Filipova TO, Ivanytsia VO Characteristics of actinobacteria from *Mytilus galloprovincialis* of Odessa gulf of the Black sea. Microbiology and biotechnology. 2021; 3(53):84-98 (in Ukrainian).
2. Tytarenko N, Tesliuk N, Ivanytsia V. Perspectives of using bacteria for cell and tissue plant culture. Microbiology and biotechnology. 2020; 3:6-31 (in Ukrainian).
3. Aallam Y, Maliki BE, Dhiba D, Lemriss S, Souiri A, Haddioui A, Tarkka M, Hamdali H. Multiple Potential Plant Growth Promotion Activities of Endemic *Streptomyces spp.* from Moroccan Sugar Beet Fields with Their Inhibitory Activities against *Fusarium spp.* Microorganisms. 2021; 9:1429.
4. Alblooshi AA, Purayil GP, Saeed EE, Ramadan GA, Tariq S, Altaee AS, El-Tarabily KA, AbuQamar SF. Biocontrol Potential of Endophytic Actinobacteria against *Fusarium solani*, the Causal Agent of Sudden Decline Syndrome on Date Palm in the UAE. J Fungi, 2022; 8:8.
5. Baghdady G. *In Vitro* Propagation of Blackberries (*Rubus sp.*) Prime-Ark 45 Cultivar. Annals of Agricultural Science, Moshtohor. 2021; 59(5):287-294.
6. Borah A, Hazarika SN, Thakur D. Potentiality of actinobacteria to combat against biotic and abiotic stresses in tea (*Camellia sinensis* (L) O. Kuntze). J Appl Microbiol. 2022; 133(4): 2314-2330.
7. Caldwell JD. Blackberry propagation. HortScience. 1984; 2:193-195.



8. Cesa-Luna C, Baez A, Quintero-Hernandez V, De la Cruz-Enriquez J, Castaneda-Antonio MD, Munoz-Rojas J. The importance of antimicrobial compounds produced by beneficial bacteria on the biocontrol of phytopathogens. *Acta biol. Colomb.* 2020; 25(1):140-154.
9. Cosmulescu S., Scricieiu F., Manda M. Determination of leaf characteristics in different medlar genotypes using the ImageJ program. *Hort. Sci. (Prague).* 2020; 47:117-121.
10. Ebrahimi-Zarandi M, Saberi Riseh R, Tarkka MT. Actinobacteria as Effective Biocontrol Agents against Plant Pathogens, an Overview on Their Role in Eliciting Plant Defense. *Microorganisms.* 2022; 10:1739.
11. El-Baky NA, Abdel Rahman RA, Sharaf MM, Amara AAAF. (2021) The Development of a Phytopathogenic Fungi Control Trial: *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger* Infection in Jojoba Tissue Culture as a Model. *Sci. World J.* 2021; 6639850.
12. Errakhi R, Bouteau F, Lebrihi A, Mustapha B. Evidences of biological control capacities of *Streptomyces spp.* against *Sclerotium rolfsii* responsible for damping-off disease in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *World J. Microbiol. Biotechnol.* 2007; 23:1503-1509.
13. Kaewkla O, Suriyachadkun C, Franco CMM. *Micromonospora veneta* sp. nov., an endophytic actinobacterium with potential for nitrogen fixation and for bioremediation. *Arch. Microbiol.* 2021; 203:2853-2861.
14. Kirina IB, Belosokhov FG, Titova LV, Suraykina IA, Pulpitow VF. Biochemical assessment of berry crops as a source of production of functional food products. In: IOP Conference Series «Earth and Environmental Science». IOP Publishing, 2020; 548(8):082068.
15. Leite MS, Furtado-Pinto TE, Rabelo-Centofante A, Rubio-Neto A, Guimaraes-Silva F, Goncalves-Selari PJR, Martins PF. Acclimatization of *Pouteria gardeneriana* Radlk micropropagated plantlets: Role of *in vitro* rooting and plant growth-promoting bacteria. *Curr. Plant Biol.* 2021; 27:121-138.
16. Li X, Zhao H, Chen X. Screening of Marine Bioactive Antimicrobial Compounds for Plant Pathogens. *Mar. Drugs.* 2021; 19:69.
17. Liu D, Yan R, Fu Y, Wang X, Zhang J, Xiang W. Antifungal, Plant Growth-Promoting, and Genomic Properties of an Endophytic Actinobacterium *Streptomyces sp.* NEAU-S7GS2. *Front. Microbiol.* 2019; 10:2077.
18. Liu X, Bolla K, Ashforth EJ, Zhuo Y, Gao H, Huang P, Stanley SA, Hung DT, Zhang L. Systematics-guided bioprospecting for bioactive microbial natural products. *Antonie Leeuw.* 2012; 101:55-66.
19. Liu Z, Jiao RL, Chen SY, Ren Y, Zhang L, Zhang D, Chen JY, Guoying L. First Report of Fruit Rot of Grapes (*Vitis vinifera*) Caused by *Cladosporium cladosporioides* in Xinjiang, China. *Plant Dis.* 2022; 106:315.
20. Lopes E, Silva A, Mergulhão A, Silva E, Santiago A, Figueiredo M. Co-Inoculation of growth promoting bacteria and glomus clarum in micropropagated cassava plants. *Revista Caatinga.* 2019; 32:152-166.
21. Manigundan K, Radhakrishnan M, Kishore Kumar A, Jerrine J. Actinobacteria as a source of biofertilizer/biocontrol agents for bioorganic agriculture. *Journal of Applied Microbiology.* 2022; 134(2):lxac047.



22. Murashige T, Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol Plant*. 1962; 8(4):473-497.
23. Musa Z, Ma J, Egamberdieva D, Abdelshafy Mohamad OA, Abaydulla G, Liu Y, Li WJ, Li L. Diversity and Antimicrobial Potential of Cultivable Endophytic Actinobacteria Associated With the Medicinal Plant *Thymus roseus*. *Front. Microbiol*. 2020; 11:191.
24. Nehl DB, Allen SJ, Brown JF. Deleterious rhizosphere bacteria: an integrating perspective. *Applied Soil Ecology*. 1996; 5(1):1-20.
25. Omamor IB, Asemota A, Eke CR, Eziashi E. Fungal contaminants of the oil palm tissue culture in Nigerian institute for oil palm research (NIFOR). *Afr. J. Agric. Res*. 2007; 2:534-537.
26. Palaniyandi SA, Yang SH, Zhang L, Suh JW. Effects of actinobacteria on plant disease suppression and growth promotion. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 2013; 97:9621-9636.
27. Rangseekaew P, Barros-Rodríguez A, Pathom-aree W, Manzanera M. Deep-Sea Actinobacteria Mitigate Salinity Stress in Tomato Seedlings and Their Biosafety Testing. *Plants*. 2021; 10:1687.
28. Retnowati D, Solihin D, Ghulamahdi M, Lestari Y. New information on the potency of sponge-associated actinobacteria as producer of plant growth-promoting bioactive compounds. *Malaysian Applied Biology*. 2018; 47:127-135.
29. Retnowati D, Solihin DD, Ghulamahdi M, Lestari Y. Characterization of sponge-associated actinobacteria with potential to promote plant growth on tidal swamps. *Journal of Biological Research - Bollettino Della Società Italiana Di Biologia Sperimentale*. 2019; 92(2):8191.
30. Saravana Kumar P, Yuvaraj P, Gabriel Paulraj M, Ignacimuthu S, Abdullah Al-Dhabi N. Bio-prospecting of soil *Streptomyces* and its bioassay-guided isolation of microbial derived auxin with antifungal properties. *Journal De Mycologie Medicale*. 2018; 28(3):462-468.
31. Shekhawat MS, Mehta SR, Manokari M, Priyadharshini S, Badhepuri MK, Jogam P, Dey A, Rajput BS. Morpho-anatomical and physiological changes of Indian sandalwood (*Santalum album* L.) plantlets in *ex vitro* conditions to support successful acclimatization for plant mass production. *Plant Cell Tiss. Organ. Cult*. 2021; 147:423-435.
32. Shobha G, Kumudini BS. Antagonistic effect of the newly isolated PGPR *Bacillus spp.* on *Fusarium oxysporum*. *Int. j. appl. sci. eng. Res*. 2012; 1(3):463-474.
33. Uba B, Okoye E, Anyaeji O, Ogonnaya O. Antagonistic Potentials of Actinomycetes Isolated from Coastal Area of Niger Delta against *Citrus sinensis* (Sweet Orange) and *Lycopersicon esculentum* (Tomato) Fungal Pathogens. *Research & Reviews: A Journal of Biotechnology*. 2019; 9(1):4-15.
34. Vujovic T, Ruzic D, Cerovic R. Adventitious regeneration in blackberry (*Rubus fruticosus* L.) and assessment of genetic stability in regenerants. *Plant Growth Regul*. 2010; 61: 265-275.
35. Wang K, Ngea GLN, Godana EA, Shi Y, Lanhuang B, Zhang X, Zhao L, Yang Q, Wang S, Zhang H. Recent advances in *Penicillium expansum* infec-



- tion mechanisms and current methods in controlling *P. expansum* in postharvest apples. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 2021; 20:1-14.
36. Zia-Ul-Haq M, De Feo M, Vincenzo ZE, Hawa J, Marius M. *Rubus fruticosus* L.: Constituents, Biological Activities and Health Related Uses. *Molecules.* 2014; 19:10998-11029.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2023 р.



ІНФОРМАЦІЙНЕ ПОВІДОМЛЕННЯ ДЛЯ АВТОРІВ

Науковий журнал «Мікробіологія і біотехнологія» запрошує Вас до співпраці з питань висвітлення результатів наукових досліджень у галузі мікробіології і біотехнології.

Програмні цілі видання: висвітлення результатів наукових досліджень у галузі мікробіології та біотехнології, об'єктами яких є прокаріотні (бактерії, архебактерії), еукаріотні (мікроскопічні гриби, мікроскопічні водорості, найпростіші) мікроорганізми та віруси.

Тематична спрямованість: мікробіологія, вірусологія, імунологія, молекулярна біотехнологія, створення та селекція нових штамів мікроорганізмів, мікробні препарати, антимікробні засоби, біосенсори, діагностикуми, мікробні технології в сільському господарстві, мікробні технології у харчовій промисловості; захист та оздоровлення навколишнього середовища; отримання енергоносіїв та нових матеріалів тощо.

Мова (мови) видання: українська, англійська.

Рубрики журналу: «Оглядові та теоретичні статті», «Експериментальні праці», «Дискусії», «Короткі повідомлення», «Хроніка наукового життя», «Сторінки історії», «Ювілеї і дати», «Рецензії», «Книжкова полиця».

До статті додається рекомендація установ, організацій, у яких виконувалася робота, за підписом керівника та письмова згода керівників установ, організацій, де працюють автори.

Вимоги до оформлення статей, які подаються до редакції журналу:

Стаття має відповідати тематичному спрямуванню журналу і, відповідно до п. 3 Постанови ВАК України від 15.01.2003 р. №7-5/1, включати такі структурні елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми і на які опирається автор; виокремлення раніше не вирішених частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття; формулювання мети статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших пошуків у даному напрямі.

До друку приймаються рукописи (2 примірники) обсягом до 18 сторінок (з урахуванням рисунків, таблиць і підписів до них, анотації, реферату, списку літератури), огляди – до 30 стор., рецензії – до 3 стор., короткі повідомлення – до 2 стор. Відхилені рукописи не повертаються.

До рукопису додається електронний варіант рукопису шрифт Times New Roman, кегль 14, інтервал автоматичний, не більше 30 рядків на сторінці, поля по 2 см).

При написанні статті необхідно дотримуватися такого плану:

- індекс УДК у лівому верхньому кутку першого аркуша;
- Реферат мовою оригіналу статті:
 - назва статті великими літерами;
 - прізвища та ініціали автора (авторів);
 - місце роботи кожного автора; повна поштова адреса установи (за міжнародними стандартами); телефон, електронна адреса (e-mail);



- прізвища авторів та назви установ, де вони працюють, позначають одним і тим самим цифровим індексом (вгорі);
 - реферат із зазначенням новизни дослідження (200–250 слів);
 - ключові слова (не більше п'яти).
- Реферат англійською мовою:
 - назва статті великими літерами;
 - прізвища та ініціали автора (авторів), транслітерація;
 - місце роботи кожного автора; повна поштова адреса установи (за міжнародними стандартами); телефон, електронна адреса (e-mail);
 - прізвища авторів та назви установ, де вони працюють, позначають одним і тим самим цифровим індексом (вгорі);
 - реферат із зазначенням новизни дослідження (200–250 слів);
 - ключові слова (не більше п'яти);
 - Повний текст статті мовою оригіналу.

Текст статті має включати такі складові:

вступ; матеріали і методи; результати та їх обговорення; висновки; список використаної літератури мовою оригіналу цитованої статті, список використаної літератури (Referens) англійською мовою (за вимоги міжнародних наукометричних баз).

До кожного примірника статті додається реферат мовою оригіналу статті та українською/англійською мовою.

Враховуючи, що реферат відображає основний зміст статті і використовується в інформаційних, в тому числі автоматизованих системах для пошуку документів та інформації, необхідно дотримуватися певних вимог при його написанні:

- реферат має бути інформативним (не містити зайвих слів);
- структурованим, тобто містити розділи: мета; методи, що використані в роботі та/або методологія проведення досліджень; результати та сфера їх застосування; висновки;
- англійська версія реферату має бути написана якісною англійською мовою (за потреби доцільно користуватися послугами кваліфікованих спеціалістів-лінгвістів з подальшим науковим редагуванням тексту автором), з використанням термінології, яка використовується в англійськомовних медикобіологічних журналах, уникати використання термінів, які є прямою українською/російською калькою;
- компактним (200–250 слів);
- ключові слова (не більше 5-ти) розміщуються з абзацу після реферату.

У кінці тексту статті указати прізвища, імена та по-батькові усіх авторів, поштову адресу, телефон, факс, e-mail (для кореспонденції).

Стаття має бути підписана автором (усіма авторами) з зазначенням дати на останній сторінці.

Автори несуть повну відповідальність за бездоганне мовне оформлення тексту, особливо за правильну наукову термінологію (її слід звіряти з фаховими термінологічними словниками).

Латинські біологічні назви видів, родів подаються курсивом латиницею.



Якщо часто повторювані у тексті словосполучення автор вважає за потрібне скоротити, то абревіатури за першого вживання обумовлюють у дужках. Наприклад: полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР).

Посилання на літературу подаються у тексті статті, цифрами у квадратних дужках, згідно з порядковим номером у списку літератури.

Розділ «Матеріали і методи»:

- Методи дослідження та схеми експерименту мають бути представлені так, щоб їх можна було відтворити.
- Для використаних реактивів та матеріалів вказати назву компанії та країни-виробника.
- Одиниці вимірювання вказати в системі СІ.
- Концентрацію розчинів представляти в М, мМ, мкМ (молярна концентрація).
- Молекулярну масу (Мм) – Да (дальтони) або кДа.
- При використанні ферментів навести їх номенклатурну систематичну назву та шифр.
- Активність ферментів виражають в мкмольх використаного субстрату або утвореного продукту за 1 хв на 1 мг протеїну або використати стандартну одиницю активності U (IU) і катал (скорочено кат), питома активність ензиму виражається в ммольх/хв на 1 мг протеїну або в од.акт/мг, кат/кг.
- Вказати умови проведення ферментативної реакції (температура, рН, концентрація субстрату).
- Вказати використані методи статистичного аналізу, програму статистики.

Таблиці мають бути компактними, мати порядковий номер; графи, колонки мають бути точно визначеними логічно і графічно. Матеріал таблиць (як і рисунків) має бути зрозумілим і не дублювати текст статті. Цифровий матеріал таблиць слід опрацювати статистично.

Рисунки виконуються у вигляді чітких креслень (за допомогою комп'ютерного графічного редактора у форматі Word, TIF, JPG). Осі координат на графіках мають бути позначені. Рисунки розміщуються у тексті статті.

До рисунків мають бути підписи не згруповані з ним і не вставлені в об'єкт рисунка.

Позначення на рисунку мають бути інтегровані в нього, тобто копіюватися разом з рисунком, а не окремими частинами.

Всі ілюстрації мають бути розміщені в файлі рукопису, також обов'язково додані до електронного варіанту у вигляді файлів формату JPEG.

Підписи, а також пояснення, примітки до таблиць та рисунків подаються мовою оригіналу та англійською мовою.

Розділ «Результати досліджень та їх обговорення» має бути написаний коротко: необхідно чітко викласти виявлені ефекти, показати причинно-результативні зв'язки між ними, порівняти отриману інформацію з даними літератури, дати відповідь на питання, поставлені у вступі.



Список використаної літератури

1. Список використаної літератури в оригіналі цитованої статті складається за алфавітно-хронологічним порядком (спочатку кирилиця, потім латиниця). Якщо перший автор у декількох працях один і той самий, то праці розміщуються у хронологічному порядку. Список посилань треба пронумерувати, а у тексті посилатися на відповідний номер джерела літератури (у квадратних дужках).

У посиланні пишуть прізвища усіх авторів. В експериментальних працях має бути не більше 15 посилань літературних джерел.

Патентні документи розміщуються у кінці списку посилань.

2. Список використаної літератури англійською мовою (Referens), за вимогами міжнародних наукометричних баз.

Стиль шрифту – NLM (National Library of Medicine).

Прізвища, імена та по-батькові авторів, назву цитованого видання (журнал, монографія, збірник тощо) наводять послуговуючись безкоштовними сайтами (<http://www.easybib.com/>, <http://www.bibme.org/>, <http://www.sourceaid.com/>, <https://www.citethisforme.com/>), що дозволяють здійснити переклад з використанням однієї з міжнародних систем транслітерації.

Назви статей наводять англійською мовою.

Порядок подання посилань Referens (список 2) має повністю співпадати зі списком використаної літератури (список 1).

Зразки посилання літератури

Вимоги до оформлення бібліографічних посилань мовою оригіналу (в тому числі цитовані англомовні джерела)

На книги

Векірчик К. М. Мікробіологія з основами вірусології. – К.: Либідь, 2001. – 312 с.

Патика В. П., Тихонович І. А. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. – К.: Урожай, 1993. – 176 с.

Промышленная микробиология / Под ред. Н. С. Егорова. – М.: Высш. шк., 1989. – 688 с.

Методы общей бактериологии: В 3 т. / Под ред. Ф. Герхардта. – М.: Мир, 1983. – Т. 1. – 536 с.; Т. 2. – 470 с.; – Т. 3. – 263 с.

Шлегель Г. Общая микробиология. – М.: Мир, 1987. – 566 с.

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. – 9th ed. – Baltimore; London, 1986. – Vol. 2. – 1599 p.

Rogers H., Perkins H., Ward I. Microbial cell walls and membranes. – London; New York: Fcfd. Press, 1980. – 364 p.

На журнальні статті

Подгорский В. С. Систематическое положение, экологические аспекты и физиолого-биохимические особенности микроорганизмов, имеющих промышленное значение // *Мікробіол. журн.* – 1998. – 60, № 5. – С. 27–42.

Андреюк Е. И., Козлова И. А., Рожанская А. М. Микробиологическая коррозия строительных материалов // *Биоповреждения в строительстве*. – М.: Стройиздат, 1984. – С. 209–221.



Глоба Л. І., Подорван Н. І. Біотехнологія очищення забрудненої природної води // Вісник ОНУ. – 2001. – т. 6, в. 4. – С. 65 – 67.

Eaton R. W., Ribbons D. V. Utilization of phthalate esters by micrococci // Arch. Microbiol. – 1982. – 132, № 2. – P. 185–188.

На тези доповідей

Мацелюх Б. П. Розробка біотехнології одержання ландоміцину Е // Міжнародна наук. конф. «Мікробні біотехнології» (Одеса, вересень, 2006 р.): тез. доп. – О.: «Астропринт», 2006. – С. 17.

На депоновані наукові роботи

1. Лопатина Н. В., Терентьев А. Н., Наталіч Л. А., Янгулов Ш. У. Оптимизация питательной среды для культивирования вакцинного штамма чумного микроба с применением метода математического планирования эксперимента / Редкол. «Микробиол. журн.» – К., 1991. – 7 с. – Деп. в ВИНТИ 03.01.92, № 1-В92.

На стандарти

ГОСТ 20264.4-89. Препараты ферментные. Методы определения амилолитической активности. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 17 с.

На автореферати дисертацій

Онищенко О. М. Таксономія і антибіотична активність *Alteromonas*-подібних бактерій Чорного моря: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. К., 2003. – 21 с.

Зразки посилань літератури в романській абетці

References

Стиль шрифту для англomовного варіанту списку джерел – NLM (National Library of Medicine), зразок:

Author AA, Author BB, Author CC. Title of article. Title of Journal. 2005; 10 (2):49–53.

Статті в журналах:

DeLong EF, Karl DM. Genomic perspectives in microbial oceanography. Nature. 2015;(437):336–342.

Klochkov VK, Kavok NS, Malyukin YuV. The effect of specific interaction of nanocrystals GdYVO₄:Eu³⁺ with cell nuclei. Dop Nats Akad Nauk Ukr. 2010;(10):81–86.

Книги:

Best RJ. Tomato spotted wilt virus. In: Advances Virus Res Eds Smith KM, Lauffer MA. Academic Press, New York, 1968:65–146.

Speissel B, Beahrs OH, Hermanek P, Hutter RVP, Scheibe O. TNM atlas: illustrated guide to the TNM. pTNM classification of malignant tumours. Berlin New York: Springer-Verlag. 1989. 12.

Sastry SK. Seed-borne plant virus diseases. India: Springer, 2013. 327 p.

Матеріали з'їздів, конференцій:

Dikova B, Djourmanski A, Lambev H. Establishment of economically important viruses on *Echinacea purpurea* and their influence on the yield. In: Proceedings of the conference «Innovative aspects to coneflower study». Ed. Pospelov S. Poltava: Dyvosvit, 2013:36–45.



**АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК СТАТЕЙ,
ОПУБЛІКОВАНИХ У ЖУРНАЛІ
«МІКРОБІОЛОГІЯ І БІОТЕХНОЛГІЯ»
У 2022 РОЦІ**

Автори	№ вип.	№ стор.
<i>Бамбура О.І. див. Голембіовська С.Л.</i>	1	58
<i>Болдирева В.В. див. Штеніков М.Д.</i>	2	50
<i>Васильєва Н.Ю. див. Страшинова І.В.</i>	1	45
<i>Васильєва Н.Ю. див. Страшинова І.В.</i>	2	19
<i>Галкін Б.М., Фіногенова М.О., Галкін М.Б., Семенець А.С., Філіпова Т.О.</i> Біосурфактанти морських мікроорганізмів: III. Застосування у промислових технологіях	2	6
<i>Галкін Б.М., Фіногенова М.О., Семенець А.С., Галкін М.Б., Філіпова Т.О.</i> Біосурфактанти морських мікроорганізмів: II. Потенційні можливості застосування в медицині	1	6
<i>Галкін М.Б. див. Галкін Б.М.</i>	1	6
<i>Галкін М.Б. див. Галкін Б.М.</i>	2	6
<i>Гнатуш С.О. див. Комплікєвич С.Я.</i>	2	38
<i>Голембіовська С.Л., Поліщук Л.В., Бамбура О.І.</i> Біоцидна дія метаболітів штамів <i>Streptomyces globisporus</i> 3-1 та <i>Streptomyces cyanogenus</i> S136	1	58
<i>Гудзенко Т.В. див. Теслюк Н.І.</i>	3	24
<i>Зінченко О.Ю. див. Штеніков М.Д.</i>	2	50
<i>Іваниця Т.В. див. Смальчук Д.С.</i>	1	21
<i>Іщак О.Р. див. Комплікєвич С.Я.</i>	2	38
<i>Комплікєвич С.Я., Масловська О.Д., Менів Н.П., Кулішко Н.М., Іщак О.Р., Гнатуш С.О.</i> Виділення та характеристика бактерій <i>Citrobacter</i> sp. SR35 з породного відвалу вугільної шахти	2	38
<i>Коротаєва Н.В. див. Страшинова І.В.</i>	2	19
<i>Коротаєва Н.В. див. Страшинова І.В.</i>	3	6
<i>Кулішко Н.М. див. Комплікєвич С.Я.</i>	2	38
<i>Литвин М.Л. див. Теслюк Н.І.</i>	3	24
<i>Лісютін Г.В. див. Страшинова І.В.</i>	3	6
<i>Масловська О.Д. див. Комплікєвич С.Я.</i>	2	38



<i>Менів Н.П. див. Комплікевич С.Я.</i>	2	38
<i>Метеліцина І.П. див. Страшнова І.В.</i>	2	19
<i>Метеліцина І.П. див. Страшнова І.В.</i>	3	6
<i>Поліщук Л.В. див. Голембіовська С.Л.</i>	1	58
<i>Потапенко К.С. див. Страшнова І.В.</i>	2	19
<i>Потапенко К.С. див. Страшнова І.В.</i>	3	6
<i>Семенець А.С. див. Галкін Б.М.</i>	1	6
<i>Семенець А.С. див. Галкін Б.М.</i>	2	6
<i>Смальчук Д.С., Страшнова І.В., Іваниця Т.В.</i> Фаги бактерій роду <i>Vacillus</i> , ізольованих з водного середовища	1	21
<i>Страшнова І.В. див. Смальчук Д.С.</i>	1	21
<i>Страшнова І.В., Потапенко К.С., Васильєва Н.Ю., Коротаєва Н.В., Метеліцина І.П.</i> Чутливість до важких металів актинобактерій, виділених із біологічних обростань черепашнику і мідій Одеської затоки Чорного моря	2	19
<i>Страшнова І.В., Потапенко К.С., Коротаєва Н.В., Лісютін Г.В., Метеліцина І.П.</i> Антагоністична активність чорноморських стрептоміцетів, виділених із обростань черепашнику і мідій	3	6
<i>Страшнова І.В., Ямборко Г.В., Васильєва Н.Ю.</i> Антагоністична активність пробіотичних штамів лактобацил за сумісного культивування	1	45
<i>Теслюк Н.І., Литвин М.Л., Гудзенко Т.В.</i> Оптимізація живильного середовища для первинних етапів мікроклонального розмноження <i>in vitro</i> волоського горіху	3	24
<i>Філіпова Т.О. див. Галкін Б.М.</i>	1	6
<i>Філіпова Т.О. див. Галкін Б.М.</i>	2	6
<i>Фіногенова М.О. див. Галкін Б.М.</i>	1	6
<i>Фіногенова М.О. див. Галкін Б.М.</i>	2	6
<i>Штеніков М.Д., Зінченко О.Ю., Болдирєва В.В.</i> Антагоністична активність морських бактерій родів <i>Vacillus</i> , <i>Priestia</i> і <i>Raenibacillus</i> різних термотипів	2	50
<i>Ямборко Г.В. див. Страшнова І.В.</i>	1	45



Увага: передрук, усі види копіювання та відтворення матеріалів,
що надруковані у журналі «Мікробіологія і біотехнологія»,
можливі лише за умови посилання на джерело інформації
та з дозволу редакційної колегії.
Усі права захищені згідно законодавства України.

Верстка С. О. Остапенко

Підписано до друку 25.04.2023 р. Формат 70x100/16.
Ум.-друк. арк. 4,06. Наклад 20 пр.
Зам. № 2583.

Видавець та виготовлювач
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011.
65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12, Україна
Тел.: +38 (048) 723 28 39
e-mail: druk@onu.edu.ua